

Cadernos do *Lepaaraq*

Vol. XV nº30 2018



*Textos de
Antropologia, Arqueologia e Patrimônio*



ISSN 2316-8412



ICH | CIÊNCIAS
HUMANAS
UFPA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Reitor:

Pedro Rodrigues Curi Hallal

Vice-Reitor:

Luis Isaías Centeno do Amaral

Pró-Reitora de Graduação:

Maria de Fátima Cossio

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação:

Flávio Fernando Demarco

Pró-Reitora de Extensão e Cultura:

Francisca Ferreira Michelin

Pró-Reitor Administrativo:

Ricardo Hartlebem Peter

Pró-Reitor de Planejamento e

Desenvolvimento: Otávio Martins Peres

INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

Diretor:

Sebastião Peres

Vice-Diretora:

Andréa Bachettini

LABORATÓRIO DE ANTROPOLOGIA E ARQUEOLOGIA

Coordenador:

Rafael Corteletti



Editora e Gráfica Universitária

R Lobo da Costa, 447 - Pelotas, RS CEP 96010-150

Fone/fax:(53)227 3677 e-mail:

editoraufpel@uol.com.br

Ficha catalográfica: Ayde Andrade de Oliveira - CRB 10/864

Cadernos do LEPAARQ - Textos de Antropologia, Arqueologia e Patrimônio. Laboratório de Ensino e Pesquisa em Antropologia e Arqueologia. Pelotas, RS: Editora da Universidade Federal de Pelotas, v.15, n.30, 2018.

Semestral

ISSN impresso 1806-9118

ISSN eletrônico 2316-8412

1. Arqueologia - Periódico. 2. Antropologia - Periódico. 3. Patrimônio - Periódico. I. Laboratório de Ensino e Pesquisa em Antropologia e Arqueologia.

CDD 930.1

EDITORIA - CADERNOS DO LEPAARQ

Editores Responsáveis:

Rafael Guedes Milheira

Fábio Vergara Cerqueira

Conselho Editorial:

Airton Pollini (Universite de Haute-Alsace, Mulhouse - França)

Ana Maria Sosa Gonzalez (Universidade Federal de Pelotas)

Carolina Kesser Barcellos Dias (Universidade Federal de Pelotas)

Charles Orser Jr. (New York State Museum - EUA)

Francisco Pereira Neto (Universidade Federal de Pelotas)

Helen Gonçalves (Universidade Federal de Pelotas)

Jean-Louis Tornatore (Universite de Bourgogne - França)

Lourdes Dominguez (Oficina del Historiador - Cuba)

Luiz Oosterbeek (Instituto Politecnico de Tomar - Portugal)

Maria Dulce Gaspar (Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro)

Mariano Bonomo (Conicet - Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata - Argentina)

Marisa Coutinho Afonso (Museu de Arqueologia e Etnologia – Universidade de São Paulo)

Paulo Deblasis (Museu de Arqueologia e Etnologia – Universidade de São Paulo)

Pedro Paulo Abreu Funari (Universidade Estadual de Campinas)

Reinhard Stuperich (Universidade de Heidelberg - Alemanha)

Sandra Pelegrini (Universidade Estadual de Maringá)

Conselho Consultivo:

Camila Azevedo de Moraes Wichers (Universidade Federal de Goiás)

Albérico Nogueira de Queiroz (Universidade Federal de Sergipe)

Neli Teresinha Galarce Machado (Universidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior)

Veronica Wesolowski de Aguiar e Santos (Museu de Arqueologia e Etnologia - Universidade de São Paulo)

Deisi Scunderlick Eloy de Farias (Universidade do Sul de Santa Catarina)

Ana Inez Klein (Universidade Federal de Pelotas)

Fernando Ozório (Universidade Federal de Sergipe)

Arno Alvarez Kern (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul)

Camila Gianotti (Centro Universitario Regional Este, Uruguai)

Claudia Turra Magni (Universidade Federal de Pelotas)

Edgar Barbosa Neto (Universidade Federal De Minas Gerais)

Gustavo Peretti Wagner (Strata Consultoria)

Márcin César Tempass (Universidade Federal do Rio Grande)

Maria De Fátima Bento Ribeiro (Universidade Federal de Pelotas)

Rafael Corteletti (Universidade Federal de Pelotas)

Rafael Suárez Sainz (Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de la República, Uruguai)

Renato Pinto (Universidade Federal de Pernambuco)

Secretaria Editorial:

Rafael Guedes Milheira

Bruno Leonardo Ricardo Ribeiro

Editoração e Projeto Gráfico:

Bruno Leonardo Ricardo Ribeiro

Revisão Linguística:

Núcleo de Revisão de Textos - CLC

Coordenação: Profa. Dr. Sandra Alves

SUMÁRIO

PÁGINA

EDITORIAL

Rafael Guedes Milheira, Fábio Vergara Cerqueira

5

GUERRA, VIOLÊNCIA E CONQUISTA: A EXPANSÃO ROMANA NAS CUNHAGENS MONETÁRIAS IBÉRICAS.

Cláudio Umpierre Carlan, Camila dos Reis Silva

8

THE ANCIENT AND MODERN MANO CORNUTA USE

Maria Mertzani

19

TOMAS THOMAS: EMPRESARIO RURAL INSERTO EN UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN TERRITORIAL (COLONIA CARCARAÑÁ, SANTA FE, ARGENTINA 1871-1908)

Irene Dosztal

38

UM URBANO PRA LÁ DE RURAL: AS PARTICULARIDADES POLÍTICAS, HISTÓRICAS E CULTURAIS QUE TRANSFORMARAM CAMPO GRANDE DE ARRAIAL A CAPITAL

Daniel Attianesi, Guilherme Rodrigues Passamani

56

A NAÇÃO EM UMA XICRINHA DE CAFÉ: REFLEXÕES SOBRE UMA EXPERIÊNCIA NACIONALISTA NO BRASIL NOVECENTISTA (1901-1950)

Daniel Minossi Nunes

69

ARQUEOLOGIA PÚBLICA E SUA PRÁXIS SOCIAL: UMA CONTRIBUIÇÃO NECESSÁRIA PARA A PRESERVAÇÃO DE RECURSOS ARQUEOLÓGICOS E INTERAÇÃO SOCIAL

Laize Carvalho de Sousa

80

MÉTODOS DE ANÁLISE ESPACIAL PARA SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS: UM MODELO PREDITIVO PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

Glauco Constantino Perez, Marisa Coutinho Afonso, Lúcio Tadeu Mota

98

A ECOLOGIA DE ASSENTAMENTOS, INTERAÇÕES SOCIAIS AMERÍNDIAS E O CONTEXTO GEOGRÁFICO DOS MUIRAQUITÁS NO BAIXO AMAZONAS.

Anderson Márcio Amaral

121

APRESENTAÇÃO: DOSSIÊ ESTUDOS EM ARQUEOMETRIA

Thiago Sevilhano Puglieri, Dalva Lúcia Araújo de Faria, Caroline Borges

142

AValiação de uma metodologia de monitoramento com imagens digitais para a conservação preventiva de pinturas rupestres

Leandro Surya, Mércia Carréra, Sérgio Floquet

147

BONE DIAGENESIS STUDY OF THE BURIALS FROM THE PEDRA DO ALEXANDRE ARCHAEOLOGICAL SITE, CARNAÚBA DOS DANTAS, RN

Henry Socrates Lavallo Sullasi, André Luiz Campelo Santos, Sérgio Francisco Serafim Monteiro da Silva

162

ESTUDO DA MOBILIDADE LOGÍSTICA A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CERÂMICA DO SÍTIO CAPIM EM ARARIPINA, PERNAMBUCO, BR.

Casimiro Sepúlveda Munita, Patrícia Ramos Carvalho, Cláudia Alves de Oliveira, Alencar De Miranda Amaral, Henry Socrates Lavallo Sullasi

179

ESTUDO DE PIGMENTO, PASTA E VESTÍGIOS QUÍMICOS DE FRAGMENTOS CERÂMICOS ASSOCIADOS AOS POVOS TUPI DO SÍTIO GRAMADO DE BROTAS (SÃO PAULO - BRASIL)	191
Marianne Sallum, Carlos Roberto Appoloni, Agustín Ortiz Butrón, Gregório Ceccantini, Marisa Coutinho Afonso	
ESTUDOS EM ARQUEOMETRIA E ARTE POR METODOLOGIAS NUCLEAR-ATÔMICO-MOLECULARES NÃO DESTRUTIVAS NO LABORATÓRIO DE FÍSICA NUCLEAR APLICADA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA	219
Carlos Roberto Appoloni	
PATRIMÔNIO PÉTREO PAULISTANO: ANÁLISE SOB A ÓTICA DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS ULTRASSÔNICAS	229
Eliane Aparecida Del Lama, Alexander Martin Silveira Gimenez, Danielle Grossi, Diego Ferreira Ramos Machado, Luciane Kuzmickas, Natália Mendonça Rodrigues	
PENSANDO SOBRE MOBILIDADE, DIETA E MUDANÇA CULTURAL: ANÁLISES ISOTÓPICAS NO SÍTIO ARMAÇÃO DO SUL, FLORIANÓPOLIS/SC	237
Gabriela Oppitz, Murilo Quintans Ribeiro Bastos, Luciane Zanenga Scherer, Andrea Lessa, Veridiana Martins, Plínio Camargo, Paulo DeBlasis	
ANÁLISIS DE MATERIALES ARTÍSTICOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA POR REFLECTANCIA TOTAL ATENUADA	267
Astrid Carolina Blanco Guerrero, Marta Silvia Maier	
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE SÍNCROTRON EM ARQUEOLOGIA	277
Douglas Galante, Fabio Rodrigues, Lara Maldanis, Tamires Gallo	
ARQUEOMETRIA APLICADA À CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO METÁLICO: UM ESTUDO DE CASO DO SÍTIO FUNERÁRIO DE SÃO GONÇALO GARCIA, RIO DE JANEIRO	290
Guadalupe do Nascimento Campos, Marcus Granato, Antonieta Middea, Ricardo Tadeu Lopes	
ARQUEOMETRIA E O SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO CANTAGALO I: UMA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO COMO MODELO PARA A AMÉRICA DO SUL	315
Luis Carlos Duarte Cavalcante	
ARQUEOMETRIA APLICADA À CONSERVAÇÃO DE SÍTIOS DE ARTE RUPESTRE	327
Maria Conceição Soares Meneses Lage, Benedito Batista Farias Filho	
ESPECTROSCOPIA RAMAN E A CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO: ASPECTOS GERAIS E PANORAMA ATUAL NA AMÉRICA DO SUL	344
Dalva Lucia Araujo Faria	

PAISAGENS ARRUINADAS (E A DELICADA ARTE DE COLETAR COGUMELOS)	366
Anna Lowenhaupt Tsing	

EDITORIAL

O periódico Cadernos do LEPAARQ, em seu volume 15, número 30, de 2018, completa e comemora 15 anos de publicações!

Em 15 anos a revista mudou de layout, de formato, de equipe e emergiu de uma revista regional para um periódico de abrangência internacional. E nesse número a revista inaugura um novo layout, uma nova cara mais moderna, para atender a demandas técnicas e estéticas. Mantendo-se sempre em linha editorial, a revista resiste. Há vários anos respeita firmemente sua periodicidade, com dois números anuais, um lançado em junho, outro em dezembro. Publicamos dezenas de trabalhos acadêmicos anualmente, sem custos e sem investimentos de peso. Contamos com colaborações de alunos e colegas que entendem a importância do veículo, como um elemento de publicação que dá vazão aos trabalhos acadêmicos mais variados. Publicamos sem custos, sem investimentos institucionais e não cobramos nada por isso. A revista é e sempre será de acesso livre. Cresce cada vez mais o movimento internacional pela liberação do conhecimento científico em plataformas de acesso gratuito, pois as pesquisas científicas, em sua grande maioria, são pagas pelo público, o qual deve ter direito ao acesso e usufruto. Manter-nos-emos publicando para o público sem distinções de porte institucional, titulação, tema ou recursos. Resistiremos!

Os Cadernos do LEPAARQ mantêm o perfil editorial interdisciplinar, com foco nas áreas de Antropologia, Arqueologia e Patrimônio Cultural, publicando porém ao mesmo tempo importantes contribuições vindas de áreas afins, como História, Museologia, Turismo, Geografia, Biologia, Conservação e Restauro, entre outras. A política de publicação de dossiês temáticos, vinculados às três áreas, assim como a temáticas transdisciplinares, tem permitido que pesquisadores nacionais e estrangeiros veiculem resultados de investigações e intervenções marcadas pelo olhar contemporâneo. O rigoroso padrão de qualidade científica de suas contribuições é garantido pelo sistema de duplo cego, aplicado indistintamente a todas as seções editoriais, contando com a contribuição de avaliadores independentes nacionais e internacionais. Submetida à avaliação pelos pares, a revista obteve reconhecimento de seu nível crescente de qualidade, atualmente ranqueada como B1 na área de Antropologia e Arqueologia.

Apesar de ter alcançado estrato elevado de avaliação, a política editorial não abriu mão de critérios estabelecidos ao tempo de sua criação. Exemplo disso é que mantemos o espaço para publicação de textos de autoria de graduados, mestrados e mestres, contanto sejam de elevado valor científico e aportem conhecimento novo e autêntico em suas áreas.

Nos últimos anos, observamos o crescente número de pesquisadores nacionais e internacionais que prestigiam nosso periódico como veículo para publicação de seus textos. E, na mesma medida, tem crescido o alcance das contribuições publicadas nos Cadernos, com frequentes citações em artigos em língua estrangeira. Neste aspecto, vale ressaltar o amadurecimento de nossa política de internacionalização, pensada como uma prática de mão dupla, e adotando medidas ousadas, entre as quais podemos destacar: publicar traduções de artigos produzidos originalmente em língua estrangeira, com impacto consagrado na área, tendo em mente os cursos de graduação e pós-graduação de nosso país, com o escopo de facilitar aos estudantes brasileiros o acesso a estes textos; para favorecer a maior abrangência internacional dos potenciais leitores da revista, permitir a publicação de textos em suas línguas originais, não só em inglês, mas em espanhol, francês e italiano, evitando-se assim a “anglicização” como critério de internacionalização linguística,

comprometendo-se politicamente com multilinguismo; quando possível, realizar publicação bilingue de textos ou mesmo de dossiês inteiros – entendemos que assim atingimos um duplo objetivo, visto que torna os conteúdos acessíveis ao mesmo tempo ao leitor lusófono e a leitores habilitados em outros idiomas.

Uma seção muito prestigiada em nossa revista é a seção de “Relatórios”, tendo em vista nosso compromisso com a divulgação de resultados de projetos de pesquisa e de programas de arqueologia pública e de educação patrimonial, assim como de laudos antropológicos e de procedimentos de conservação e restauro de bens culturais. Nosso objetivo não é apenas veicular resultados de nossos projetos institucionais, apesar de ser este um sério compromisso com a publicidade de nossas ações. Esta seção é aberta à publicação de relatórios de pesquisadores autônomos e de outras organizações (públicas, privadas ou do terceiro setor) atuantes nas áreas de antropologia, arqueologia e patrimônio. O mesmo rigor aplicado à avaliação do artigos é aplicado aos relatórios, igualmente submetidos à arbitragem por duplo cego. Cumpra-se assim a missão de democratizar informações sobre as ações e projetos que dizem respeito, em suma, ao patrimônio cultural, que é um bem que pertence a toda a nação.

* * *

Esse número conta com oito novos artigos. Claudio Carlan escreve sobre o uso de moedas no mundo romano, entre o século I e IV da Era Comum. Sobre o mundo da antiguidade também escreve Maria Mertzani, em texto que aborda o tema da iconografia em vasos áticos, quando surge a escrita mano cornuta.

Da antiguidade vamos ao mundo da arqueologia histórica do século XIX com o trabalho de Irene Dostzal, em que a autora aborda as transformações rurais em Santa Fé, Argentina, realizadas pelo empreendedor colonialista Tomas Thomas. Daniel Attianesi e Guilherme R. Passamani trazem a temática historiográfica de transformação de Campo Grande de arraial a capital. Ainda no campo da arqueologia histórica, Daniel Minossi Nunes aborda xícaras de café resgatadas no sítio arqueológico Praça Brigadeiro Sampaio (RS.JA-10) em Porto Alegre, para pensar práticas de consumo e nacionalismo na primeira metade do século XX.

Laize Carvalho de Sousa traz um estudo de caso sobre o tema da Arqueologia Pública, em um contexto de pesquisa nos estados do Piauí e Rio Grande do Norte, em que as pesquisas sobre o tema sugerem ser esta bastante limitada em comparação aos projetos desenvolvidos de educação patrimonial. Também sob um viés de aplicação teórica e metodológica, o trabalho de Glauco Constantino Perez, Marisa Coutinho Afonso e Lúcio Tadeu Mota aborda o tema do geoprocessamento aplicado à Arqueologia. Neste artigo, os autores utilizaram-se dos métodos conhecidos com Método Kernel, Modelação IDW, Krigagem e Modelagem Simples Preditiva, para compreender a dispersão dos grupos filiados às Tradições Itararé-Taquara e Tupiguarani no estado de São Paulo.

Os famosos muiraquitãs e as crônicas ibéricas do Amazonas embasam o estudo de Anderson Márcio Amaral, em que o autor aborda os fluxos de interação e a conformação de assentamentos de grande porte na região de Santarém. Este trabalho foi recentemente agraciado com o Prêmio Rodrigo de Melo Franco, concedido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), na categoria “Melhor Monografia”. Como editores, além de parabenizar o autor, devemos dizer que ficamos muito felizes em abrir espaço para esta publicação de um recém formado, o que reforça a importância em publicar trabalhos de boa qualidade de jovens pesquisadores.

Além dos artigos, esse volume traz a público os artigos que compõem o dossiê Estudos de Arqueometria, organizado por Thiago Sevilhano Puglieri, Dalva Lúcia Araújo de Faria e Caroline Borges. O dossiê é composto por trezes artigos, boa parte deles apresentada no V Congresso Latino Americano de Arqueometria, ocorrido na Universidade de São Paulo, no ano de 2016. Os trabalhos publicados versam sobre distintos temas, desde aplicação de técnicas e métodos da arqueometria à caracterização de materiais arqueológicos e sítios, até balanços do panorama da arqueometria no Brasil e América do Sul, sob uma perspectiva teórica e analítica.

Por fim, mais uma vez, a revista traz uma tradução de texto. Dessa vez, os arqueólogos Filipi Pompeu e Mariana Canazaro Coutinho gentilmente traduziram o texto Paisagens Arruinadas (e a delicada arte de coletar cogumelos), de autoria de Anna Lowenhaupt Tsing.

Boa leitura a todos e todas

Rafael Guedes Milheira

Fábio Vergara Cerqueira

Editores-chefe dos Cadernos do LEPAARQ

ANTIGUIDADE ROMANA E NUMISMÁTICA: POLÍTICA E ESTUDO DE GÊNERO

ROMAN ANTIQUITY AND NUMISMATICS: POLITICS AND GENDER STUDIES

Claudio Umpierre Carlan
Camila dos Reis Silva

Como citar este artigo:

CARLAN, Claudio Umpierre; SILVA, Camila dos Reis. Antiguidade romana e numismática: política e estudo de gênero In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 8-18, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Antiguidade romana e numismática: política e estudo de gênero

Claudio Umpierre Carlan^{a,c}

Camila dos Reis Silva^{b,c}

Resumo: O artigo tem como objetivo analisar as representações política e de gênero nas cunhagens romanas. Dentre essas transformações monetárias, as imagens de deidades, bustos de imperadores, de aspectos militares e sexuais - as dimensões políticas estão intrinsecamente presentes em todas elas.

Abstract: The article aims to analyze the political and gender representations in Roman coinage. Among these monetary transformations, the images of deities, busts of emperors, of military and sexual aspects - the political dimensions are intrinsically present in all of them.

Palavras Chave:

Moeda; Poder; Arqueologia; Cultura material.

Keywords:

Coin; Power; Archaeology; Material culture.

a Professor Associado I de História Antiga e do Programa de Pós Graduação em História Ibérica da Universidade Federal de Alfenas em Minas Gerais (UNIFAL-MG), Brasil. E-mail: carlanclaudio@gmail.com

b Mestre em História, pelo Programa de Pós Graduação em História Ibérica da Universidade Federal de Alfenas em Minas Gerais (UNIFAL-MG), Brasil.

c Grupo de Pesquisa: Arqueologia Histórica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil; Península Ibérica: da Antiguidade Tardia a Reconquista.

INTRODUÇÃO

A imagem na Antiguidade tinha uma função específica: apresentar a um determinado grupo social, algo que representasse a orla do poder. Ela não apenas legitimava um imperador ou rei, funcionava como uma espécie de propaganda política.

A esta carga política e ideológica presente no corpo da amoedação, converte-se o documento material em monumento; consciente ou não, é uma tentativa propagandística de se fazer perpetuar nas memórias presentes e futuras, determinada imagem das próprias sociedades (LE GOFF, 1984, p. 103).

Segundo Chartier, o ser humano tem a necessidade de criar símbolos ligados ao poder, para que haja uma distinção entre os indivíduos, como as insígnias de coroas e cetros tendem a demarcar o soberano distinguindo-o dos demais. Contribuiu-se para a noção política do governo e a existência do estado, transformando o documento em monumento, representando simbolicamente o poder estatal e sua prosperidade (CARLAN, 2012, p.71).

A moeda tem sido estudada pelos historiadores sob o prisma de mercadoria, objeto de troca. Procurou-se ligá-la com a História Social, ou seja, com os reflexos que a mutação monetária produzia na sociedade à nível de salários, custo de vida e os consequentes comportamentos coletivos perante estes. O estudioso da moeda se tem preocupado mais com o corpo econômico e social que ela servia do que com o metal que a produzia e a informava. Estruturalmente a amoedação ultrapassava os limites geográficos do poder que a emitia e definia ideologicamente não só um povo, mas também a civilização a que este pertencia.

Nesse sentido, a numismática não está restrita aos museus, apesar de durante décadas ficar “presa” a catálogos, e acervos guardados a sete chaves. Ela parte de um interesse mais amplo, colaborando com diversas disciplinas, auxiliando nas mais variadas pesquisas, tanto arqueológicas, quanto relacionadas com a Antiguidade Clássica ou demais períodos históricos. Trata-se de um veículo propagandístico, com mensagens, arte, religião (magias e superstições), ideologia e política, ideia defendida por Eckhel, no século XVIII, considerado por muitos como fundador da numismática como ciência.

HISTÓRIA, NUMISMÁTICA E CULTURA MATERIAL

Joseph Hilarius Eckhel, nasceu em Enzesfeld, nordeste da Áustria, em 1737. Era filho do administrador do príncipe de Montecuccoli, nobre austríaco de origem italiana. Teve uma forte formação jesuíta, entrando para ordem no ano de 1764. Enviado para Florença, estudou e analisou, o tesouro numismático do cardeal Leopoldo de Médici (1617 – 1675). Em 1775, retorna a Viena e assume a direção do Gabinete Numismático Imperial, sendo nomeado professor de Antiguidade e de ciências auxiliares da História (Universidade de Viena). (CARLAN, 2015, p. 15)

Eckhel utilizou um novo critério para organização dos acervos numismáticos antigos. Não mais em ordem alfabética, como era o costume na época, mas sim em dois departamentos distintos: moedas gregas, cunhadas em cidades gregas ou sobre sua influência, a que são adicionadas regiões da Península Ibérica, Ásia e África, com base no contato dessas civilizações com o Mar Mediterrâneo (CARLAN, 2015, p. 16). E moedas romanas, cunhadas sob a autoridade de Roma, em todo o império, seguindo ordem cronológica de cunhagem.

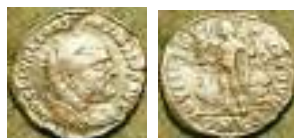
Ainda nesse período, escreveu *Catalogus Musei Caesariensis*, analisando a coleção do Gabinete Numismático da Áustria Imperial, tendo como base científica seu novo método. Sua obra mais importante, foi escrita entre 1792 – 1798, é a *Doctrina Numorum Veterum, Doutrina das Moedas Antigas*, dividida em oito volumes e que serviu de modelo para a organi-

zação dos gabinetes numismáticos europeus e americanos (CARLAN, 2015, p. 19-20).

Algo mais que um meio de comunicação, ou de exposição dos grandes mistérios da mitologia, religião, poder, ideologia e política, a revolução da imagem inicia outros caminhos. A exposição pública passa ser contemplada em salões e museus. Sendo a moeda um objeto fabricado pela mão do homem, o metal utilizado para fabricação das peças, como também as gravuras e legendas, trazem à luz a História Política e das Artes.

A circulação monetária, auxiliada por um trabalho metodológico de conhecimento das técnicas de análises, são de ajuda fundamental para o estudo da História Econômica.

Nas amoedações mais antigas seu trabalho chega a ser artesanal. Certas emissões possuem características próprias, como podemos notar nos modelos abaixo.



Coleção do Museu Histórico Nacional (MHN), Rio de Janeiro. Foto: Cláudio Umpierre Carlan, junho de 2004.

Descrição da Moeda

Legendas

Anverso: IMP C FL VAL CONSTANTINVS PF AVG

Reverso: IOVI CONSERVATORI AVGG

Descrição da Iconografia

Anverso: busto radiado de Constantino I, o grande, à direita, apresentado como Imperador, César e Augusto (IMP CAVG).

Reverso: representação de Júpiter nú, voltado para esquerda, lábaro na mão esquerda, sen do coroado pela *Victoria* (mão direita). Ao seus pés, esquerda do observador, uma águia com uma coroa de louros no bico. À direita, um prisioneiro amarrado, olha para divindade. No exergo ou linha de terra, SNKΔ, referente a segunda casa monetária de Nicomédia. Cunhada entre os anos de 313 e 317. Alto reverso 12 horas, diâmetro de 1,92 mm.

Águia, um dos símbolos mais antigos representados pelo homem, em Roma (*Aquila Romana*), identificava o poder e a coragem, sendo um dos símbolos mais fortes do imperialismo, antigo ou moderno. Sua popularidade alcançou o apogeu com Carlos Magno, que se auto denominou sucessor dos Imperadores Romanos.

Enquanto que a coroa, simboliza a realeza, o poder real e sua autoridade máxima. A coroa de louros, vitória, triunfo sobre seus oponentes.

Nessas cunhagens, há sinais de *pátina*. No caso do bronze, a pátina serve como camada protetora, aumentando o valor da moeda, porque se mantém fixa ao metal, não se soltando. Os químicos também chamam de pátina as camadas esverdeadas (azinhavre), formada pela oxidação do bronze em ação com a umidade.

AS MOEDAS *SPINTRIAE* E SUAS POSSIBILIDADES POLÍTICAS

Ao longo da História as autoridades vigentes usufruíam de símbolos com intento de promover seu poder, seja ele político, religioso, militar, ou de outro aspecto. Na Antiguidade, a imagem do imperador implicava na condensação de todas essas esferas (CARLAN, 2011, p. 9).

“Os povos que habitavam o vasto império romano tinham conhecimento de que o busto representado naquela di-minuta peça de bronze, prata ou ouro era do seu governante (CARLAN, 2011, p. 4)”. As convenções sociais fariam que estes elementos simbólicos se perpetuassem como signos de poder imperial, transformando a moeda em monumento histórico. Mas e quando há cunhagens que fujam dessas convenções sociais e políticas?

As *spintriae* circularam pelo principado romano, dos séculos I. a.C a II d.C, por todo império. Nelas há cunhadas cenas de cúpulas, das mais diversas posições sexuais. O império estava no seu apogeu. Até então bustos e insígnias de poderes que remetem ao imperador eram empregadas nas amoedações (MARQUETTI, F. R.; CARLAN, C. U.; FUNARI, P.P., 2015, p.117). Não há um consenso no meio acadêmico sobre as funções dessa cultura material, podendo ser moedas pagas aos soldados, fichas de prostíbulos, fichas de créditos, ou até mesmo objeto de jogos sexuais (FISHBURN, 2007, p. 54).

Embora as moedas tenham sido encontradas em lupanares, a representação do ato transcende os aspectos fisiológicos; a mulher, nas moedas, segundo Funari, Carlan e Marquetti (2016), seria a representação do território conquistado, enquanto o homem representa o poder imperial.

De acordo com estes autores, no ato sexual havia o significado de como se deu o processo de conquista em cada território. Se o ato reflete algo imposto, forçado, corresponde a uma conquista conflituosa; caso haja um olhar entre o casal, de cumplicidade, denota uma conquista pacífica. A cunhagem do ato sexual possui um valor político intrínseco, e nos fornece indícios de relações de poderes entre as variantes de feminilidades e masculinidades no mundo romano.

Corroboramos em parte essa hipótese de Marquetti, Carlan e Funari, de que seriam moedas pagas aos soldados do Império, o que justificaria sua propagação por todo o mundo romano, não se restringindo apenas aos prostíbulos. No entanto há cunhagens em que podemos notar que ambos os personagens possuem coroas, em outras não. Tratando-se de conquistas, por que a coroa é encontrada cunhada somente em algumas moedas? Quando cunhadas em papel de submissão forçada, não poderiam influenciar negativamente naqueles que foram conquistados pelo conflito, como algo ultrajante e passível de resposta?

As *spintriae*, bem como os epigramas de cunho sexual, que tiveram grande expressão com Ovídio, e depois Marcial, Juvenal, são contemporâneos a *pax romana*. Sobre o gênero literário conhecido como epigramas ou invectiva e a popularização do impudico, Paul Veyne nos diz que

O insulto obsceno, que despencava em cataratas, era também um gênero de polêmica literária: Catulo ou Marcial deram insultos obscenos às carradas sobre os poetas rivais. Esse emprego da obscenidade era comum entre os senadores, os intelectuais e o povo (VEIYNE, 2008, p.112)

Os romanos viam a humanidade abaixo da média e não é o vício que os espanta, mas a virtude. O que teria grande interesse para uma sociologia de um gênero literário bem romano, a sátira (VEYNE, p.110).

Possivelmente neste epigrama de Marcial, o autor relata que Filênis é tão desprovida de beleza, que somente alguém que praticasse a felação poderia querer beijá-la: “Por que não te beijo, Filênis? És careca. Por que não te beijo, Filênis? És vermelha. Por que não te beijo, Filênis? És caolha. Quem beija estas coisas, Filênis, chupa (AGNOLON, 2007, p.119)”.

Podemos observar essa predileção dos romanos para representar o impudico e atos libidinosos tanto pela escrita,

como é próprio dos epigramas, quanto pelo imagético, pela viés da cunhagem de moedas com práticas sexuais, por exemplo. O sexo e sua representação faziam parte do cotidiano e dos gostos romanos.

Não seria possível as *spintriae* serem moedas para deleite e diversão para a majoritária população, bem como os epigramas eram para a elite letrada? Essa é uma hipótese que pensamos a respeito da função desta cultura material. Seria interessante, mesmo com todo o esforço de manter a paz interna de um império tão vasto, cunhagens que talvez pudessem afrontar os territórios conquistados devido ao seu teor de submissão forçada?

As *spintriae*: escolhas e análises

Muitas destas amoedações possuem posições sexuais e contextos imagéticos semelhantes, por isso privilegiamos as que se destoavam mais uma das outras, em atos sexuais distintos, e que retratassem pessoas de estratos sociais diferentes- de acordo com a nossa análise.

Nossas descrições vão ao encontro com das análises feitas no artigo de Marquetti, Carlan e Funari, e são semelhantes pelas seguintes razões: primeiramente, não dá para se distanciar muito da leitura imagética de uma cultura material pelo viés iconográfico, visto que relatamos aquilo que se vê. Há algumas observações divergentes que fizemos, com o intuito de colaborar com os questionamentos ainda existentes no âmbito acadêmico a respeito das funções dessa tipologia de amoedação.

Moeda 1:



Imagem extraída do artigo Muito além do prazer. As moedas romanas e as posições sexuais: relações de poder. CARLAN, FUNARI, MARQUETTI, Revista Est. Fil. e Hist. da Antiguidade, Campinas, nº 29, jan-dez 2015.

No anverso há uma cena que retrata a prática do *fellatio*. Na margem direita da figura há um homem com o braço direito levantado reclinado a cabeça, enquanto o braço esquerdo repousa no leito- indica posição distensa, de relaxamento e dominação. O homem no plano esquerdo pratica-lhe o sexo oral. Este mantém-se reclinado, não há contato de olhares, o que pode ser um indício de não reciprocidade e intimidade.

Há também ausência de prazer e tensão por parte do homem que pratica o *fellatio*. Este é ligeiramente menor do que o homem que recebe o sexo oral, podendo denotar a diferença de poderes entre eles; relação entre senhor e escravo, ou entre um homem de uma hierarquia social específica e um prostituto.

O fato da pouca ornamentação como cortinas no leito, pode indicar um lupanar, ambiente de prostituição, ou uma casa de um cidadão romano, não ligado à elite. No plano superior, segundo Marquetti, Carlan e Funari, no canto esquerdo, acima da cabeça do homem que pratica o sexo oral, há uma estrela cunhada, que denota o poder imperial de Augusto. Das moedas analisadas, todas possuem alguma insígnia de poder que remete ao império.

Outro aspecto interessante é o tamanho do falo do homem à esquerda, com relação ao falo do homem que pratica o sexo oral. Esta diferença pode estar associada à importância e poder social de cada homem cunhado.

Tanto o grafite quanto a literatura antiga nos informam de que a felação era assunto relacionado à prostituição. Era um ato sexual que nenhum homem romano da elite poderia requerer da sua mulher- e com boa razão. Os romanos eram particularmente preocupados com a pureza e os cuidados com a boca. Este era o órgão dos discursos e, acima de tudo, o órgão de oratória pública. Eventos sociais também focavam na boca limpa, desde que era costume para pessoas de mesma classe beijarem-se quando se cumprimentavam (CLARKE, 2001, p. 220, apud CAVICCHIOLI, 2009, p.85)

No reverso dessa amoedação há o número romano VII, emoldurado por uma coroa de louros, que remete a um símbolo natural de vitória.

A estrela representa/legitima Augusto como sucessor de César. Segundo Suetônio, quando César foi assassinado, Augusto viu um cometa ou estrela cadente passando, teve o presságio de que era César reconhecendo seu sobrinho neto como herdeiro (MARQUETTI, CARLAN, FUNARI, 2012, p. 129-130).

No artigo de Marquetti, Carlan e Funari, esta moeda é entendida pelos pesquisadores como uma relação entre homem e mulher. Porém, parece-nos que os corpos das duas figuras se correspondem; a imagem da mulher é geralmente representada pelos romanos em formas curvilíneas, com exposição dos seios e ancas largas, e nesta moeda estes aspectos estão ausentes. Ambos os corpos se assemelham a imagem da representação de homens.

A possibilidade de se tratar de uma relação entre dois homens que nos fez questionar a respeito da hipótese desta leitura política que os autores acima fizeram. Se o homem, segundo os autores, representam o império romano e a mulher o território conquistado, qual haveria de ser o significado, nesta perspectiva, da prática sexual entre dois homens?

Ao redimensionar a imagem, observamos que possivelmente há a representação do falo do homem que pratica o *fellatio*, mas poderíamos fazer esta afirmação somente com uma análise minuciosa e *in loco*. E por mais que sexo oral não fosse bem visto pelos romanos, a sua prática era aceita:

Embora moralmente desqualificada, a felação constituía-se prática sexual bastante difundida. O foco da questão moral parece estar não no ato em si, mas em quem pratica. O homem que sofre a felação não perde seu caráter viril [...] o problema moral estaria se um cidadão romano fosse o agente da felação [CAVICCHIOLI, 2009, p.84].

O que explicaria a relação entre o senhor e um escravo, ou entre um cidadão romano e um prostituto. Mas se não é bem visto, por que seria representado este ato em uma cunhagem de moedas durante o principado romano? Ainda mais em se tratando de um *fellatio* entre dois homens? É nesse sentido que imaginamos as *spintriae* tivessem um significado satírico, jocoso, voltados ao deleite e diversão. Assim como as elites letradas teriam acesso aos epigramas com esse teor, as moedas alcançariam de maneira mais ampla e democrática a majoritária população iletrada.

Como já mencionado, as moedas são instrumento de poder e propaganda política do Império Romano, por isso não desvinculamos a intenção política em suas cunhagens: pensamos em uma vertente que atrele as *spintriae* ao deleite, a diversão, a aspectos da vida comum e a política.

Moeda 2:



Imagem extraída do artigo Muito além do prazer. As moedas romanas e as posições sexuais: relações de poder (MARQUETTI, F. R.; CARLAN, C. U.; FUNARI, P.P., 2015). Revista Est. Fil. e Hist. da Antiguidade, Campinas, nº 29, jan-dez 2015.

No anverso a cena que retrata sexo por trás, de forma violenta, com o homem sendo o personagem ativo/dominador, enquanto a mulher é passiva/dominada, sendo controlada por uma coleira. Provavelmente trata-se de sexo anal, onde é possível observar o falo do homem, os seios da mulher, além desta apresentar ancas largas, que é comumente associada a questões de fertilidade.

Ambos os personagens apresentam coroas, e o contexto do leito aparece ornamentado com cortinas, podendo ser outro indício de pessoas pertencentes à elite. Na parte inferior da moeda é possível perceber três símbolos distintos: um jarro, um S trespassado por um cravo e uma imagem de um falo estilizado. O jarro remete à fertilidade, o S é o símbolo do senado que neste período era controlado por Augusto- por isso o cravo trespassado no S (MARQUETTI, F. R.; CARLAN, C. U.; FUNARI, P.P., 2015). Ao lado desses símbolos, há pequenos falos, que na sociedade romana era associada à sorte, à fertilidade, e como símbolos apotropaicos. Estão dispostos um subjacente ao outro como os alicerces do leito.

No reverso dessa amoedação há o número romano VI, emoldurado por uma coroa de louros, que remete a um símbolo natural de vitória.

Nesta *spintria* podemos notar que a mulher é representada com ancas largas, que é significante de fertilidade, assim como o jarro cunhado abaixo. Porém o ato sexual parece ser a tergo, e portanto, estéreo. Dentre as imagens cunhadas, essa é, segundo nossa perspectiva de cunhagem satírica, a que mais se aproxima do tom jocoso, frequentes nos epigramas.

O falo estilizado, devido ao poder apotropaico é uma possibilidade aceita, bem como poderia ser a cunhagem da miniatura de um homem, fazendo referência a uma concepção sexual: um feto. Por se tratar de um sexo por trás, reforçaria ainda mais o seu elemento satírico e do absurdo. A insígnia S trespassada por um cravo, assim como na figura 1, é compreendida como símbolo político existente nas produções das amoedações, que geralmente remetem a algum poder imperial.

Moeda 3:



Imagem extraída do artigo Muito além do prazer. As moedas romanas e as posições sexuais: relações de poder. CARLAN, FUNARI, MARQUETTI, Revista Est. Fil. e Hist. da Antiguidade, Campinas, nº 29, jan-dez 2015.

No anverso desta moeda é retratado o sexo frontal, onde há a troca de olhares entre o casal, denotando intimidade e reciprocidade- compartilham o prazer do ato sexual. Os tamanhos das personagens são equiparados, podendo ser um indício de pessoas de poderes sociais equivalentes, pertencentes do mesmo âmbito social, podendo até mesmo ser um retrato de uma relação entre um casal.

Os ornamentos no leito com as cortinas, pode ser um fator de pessoas pertencentes à elite. O S, símbolo do senado, aparece na parte inferior da amoedação, entre as pernas do homem, porém, sem ser trespassado pelo cravo. Segundo Marquetti, Carlan e Funari, na época dessa cunhagem, Augusto aumentou o número de senadores para ter maioria, por isso, a igualdade de decisões de poderes- e ausência do cravo (2012, p. 139).

Reverso: No reverso dessa amoedação há o número romano XII, emoldurado por uma coroa de louros, que remete a um símbolo natural de vitória.

Esta moeda parece-nos retratar um momento de intimidade, descontração, onde ambos desfrutam do prazer. Não há sinais de sátira, sendo esta a leitura imagética desta moeda ligada ao deleite, a apreciação do amor, do ato sexual. E, assim como as demais moedas, com uma insígnia de poder do Império Romano, que seria o S, que remete ao senado.

Os reversos das moedas analisadas seguem um padrão, de um número romano sendo emoldurado pela insígnia da vitória- a coroa de louros. Roma cunharia moedas sem a representação do louro, significante de vitória e poder? Acreditamos que estas cunhagens não designam a vitória de Roma sobre outrem específico, mas o poder de Roma sobre o Império todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A moeda mostra-se uma excelente fonte, pois, a partir de sua análise encontramos diversos aspectos que abrangem a série na sua totalidade. Ou seja, aspectos políticos, estatais, jurídicos, religiosos, econômicos, mitológicos, estéticos. Podendo informar sobre os mais variados retrospectos de uma sociedade. Ela testemunha determinadas relações culturais importantes para o historiador. Mas também não podemos esquecer que a moeda como documento, não é reflexo de um simples fator econômico, e sim trata-se de outro acontecimento paralelo. Uma materialidade, constituída por camadas sedimentares de in-terpretações: “o documento, é assim, pensado arqueologicamente como monumento” (JENKINS, 2001, p.11).

As legendas eram abreviaturas em latim, relacionadas com as imagens de averso e reverso. Ocorrendo assim a união escrita / imagem. O receptor daquela peça saberia identificar o seu governante, suas mensagens simbólicas. Existiam todas as espécies de signos, figuras geométricas, signo de pontuação, astros, animais, vegetais, brasões, que levavam uma mensagem governante / governado, ao vasto mundo romano.

Em Roma, a moeda unificava todo um território que estava submetido a um mesmo poder político. Mais que a língua e a religião, era um dos poucos instrumentos que permanecia imutável de uma parte a outra do Império. As variações correspondiam às oficinas monetárias e ao chefe do governo. É possível considerá-la como uma transmissora de uma ideologia e do poder político.

A Numismática tem se demonstrado um campo rico para pesquisas dos campos mais variados, desde a política, economia, sociologia e até mesmo relações de gênero, como no caso das *spintriae*. Para além do caráter político-militar peculiar à produção da moeda, as práticas sexuais cunhadas nessa tipologia de moeda nos relatam seu caráter a diversidade sexual romana, seu poder existente na política e entre as relações humanas.

As moedas com cunhagens de práticas sexuais, além de proporcionar bem estar econômico com a posse da moeda, poderia acarretar no bem estar individual e logo coletivo, fruto da representatividade do sexo para a sociedade romana. O sexo, o falo, transcendem as questões fisiológicas para os mesmos: significam sorte, fertilidade, religiosidade, poder e claro, prazer. Unir todos esses elementos à propaganda imperial talvez seja um bom artifício para manter a paz e satisfação popular com o Império Romano.

Nesse sentido, as amoedações emitiam mensagens do poder de um soberano. Pelo metal precioso, ou não, em que estava lavrada, ela veiculava também a ideologia comum a uma civilização, nesse caso a cristã ocidental ou a orientação política de um governante. As suas legendas e tipos, refletiam a estrutura político - ideológica de um povo ou de vários povos, como também retratavam o fato vivido, seu dia a dia, suas conquistas.

Agradecimentos

Aos amigos e colegas da UFPEL/LEPAARQ, pela oportunidade de trocarmos ideias Pedro Paulo Funari, Fabio Vergara, André Leonardo Chevitarese, Lourdes Feitosa, Margarida Maria de Carvalho, Paula Aranha.

Ao apoio institucional da Universidade Federal de Alfenas e FAPEMIG

A responsabilidade pelas ideias restringem-se aos autores.

REFERÊNCIAS

- BURKE, Peter. *Cultura popular na idade moderna: Europa 1500 – 1800*. Tradução de Denise Bottmann. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- CARLAN, Claudio Umpierre. *Linguagem e Imagem: Numismática como documento*. Revista E. F. e H. da Antiguidade, Campinas, no 28, Julho 14 2014/Dezembro 2014.
- CARLAN, Cláudio Umpierre. CARVALHO, Margarida Maria de. FUNARI, Pedro Paulo. *História Militar do Mundo Antigo*. Volume 1. São Paulo: Annablume, 2011.
- CARLAN, Cláudio Umpierre. FUNARI, Pedro Paulo. *Moedas: a numismática e o estudo da História*. São Paulo: Annablume, 2012.
- CAVICCHIOLI, Marina Regina. *A sexualidade no olhar: Um estudo da iconografia Pompeiana*. Campinas, SP: Abril, 2009.
- CORVISIER, Jean Nicolas. *Sources et Méthodes en Histoire Ancienne*. pr. editons. Paris: Presses Universitaires de France, 1997.
- GRANT, Michael. *Roma: a queda do Império*. Tradução Maria José Figueiredo. Lisboa: Editorial Presença, 2009.
- JENKINS, Keith. *A História Repensada*. Tradução Mário Vilela. Revisão Técnica Margareth Rago. São Paulo: Contexto, 2001.
- LE GOFF, Jacques. *Memória-História*. In Enciclopédia Einaudi. V.1. Verbetes “História”, “Memória”, “Documento/Monumento”. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1984.
- MARQUETTI, F. R.; CARLAN, C. U.; FUNARI, P.P. *Muito além do prazer. As moedas romanas e as posições sexuais: relações de poder*. Campinas, nº 29, jan-dez 2015.
- VEYNE, Paul. *Sexo & Poder em Roma*. Tradução de Marcos de Castro. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.

FONTES IMPRESSAS

- AMMIANO MARCELLINO. *Historia (Rerum Gestarum Libri)*. Edición de Maria Luisa Harto Trujillo. Madrid:Akal, 2002.

FONTES NUMISMÁTICAS

- Acervo do Museu Histórico Nacional, Rio de Janeiro. Medalheiro 2, lâmina 7.

CATÁLOGOS E DICIONÁRIOS

- CHEVALIER, Jean. GHEERBRANT, Alain. *Dicionário de Símbolos*. 8a. ed. Tradução: Vera Costa e Silva, Raul de Sá Barbosa, Ângela Melim, Lúcia Melim. Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 1994.
- SILVA, Kalina Vanderlei, SILVA, Maciel Henrique. *Dicionário de conceitos históricos*. 2ª edição. São Paulo : Contexto, 2009.
- THE ROMAN IMPERIAL COINAGE. Edited by Harold Mattingly, C.H.V. Sutherland, R.A.G. Carson. V. VI, VII, VIII. London : Spink and Sons Ltda, 1983.

Recebido em: 08/12/2017

Aprovado em: 08/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

THE ANCIENT AND MODERN MANO CORNUTA USE

O USO ANTIGO E MODERNO DE MANO CORNUTA

Maria Mertzani

Como citar este artigo:

MERTZANI, Maria The ancient and modern mano cornuta use. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 19-37, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



The ancient and modern mano cornuta use

Maria Mertzani*

Abstract: The study analyses the iconography of 602 Attic vases where the mano cornuta appears, and parallels its themes to the meanings of 110 Y-handshape signs of three sign languages: the American Sign Language, Brazilian Sign Language, and Greek Sign Language. The examination demonstrates mano cornuta to be the etymon of cognate signs among the three sign languages.

Resumo: O estudo analisa a iconografia de 602 vasos áticos, onde aparece a mano cornuta, e paraleliza seus temas com os significados de 110 sinais com a configuração de mão Y, em três línguas de sinais: em Língua de Sinais Americana, em Língua de Sinais Brasileira e em Língua de Sinais Grega. O exame demonstra que a mano cornuta é o étimo dos sinais cognatos entre as três línguas de sinais.

Keywords:

Mano cornuta; American Sign Language; Greek Sign Language; Brazilian Sign Language; Attic vase iconography.

Palavras-Chave:

Mano cornuta; Língua de Sinais Americana; Língua de Sinais Grega; Língua de Sinais Brasileira; Iconografia de vasos áticos.

* Instituto de Educação, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil; Professora Visitante.
Email: maria.d.mertzani@gmail.com

INTRODUCTION

As a work in progress, the study has analysed the iconography of 602 Attic vases¹ from the online *Corpus Vasorum Antiquorum* (CVA, 2004), from which 1,32% (n = 8) only involves the *mano cornuta* (the horned hand) (Table 1). The themes of this iconography were then paralleled to the meanings of 110 Y-handshape² signs with the scope to investigate the historic relatedness of three sign languages (SLs) with the *mano cornuta*: of the American Sign Language - ASL (n = 36); Greek Sign Language - GSL (n = 28); and Brazilian Sign Language - LIBRAS (n = 46). By examining the meanings and the iconicity of the specific handshape, the study demonstrates the derivation and formation of certain signs from the *mano cornuta*, and their cross-cultural correspondence in these SLs.

The starting point of this comparison stands the work by Shaw and Delaporte (2015), who etymologised certain ASL signs on their cognates in French Sign Language (LSF), which, subsequently, connect to the *mano cornuta*. In line with this, and considering the fact that LSF is a Mediterranean SL, the study wanted to show such association with another Mediterranean SL like GSL, which according to historic records (e.g. Plato, *Cratylus*) is older than any known SL in the specific area. In addition, the *mano cornuta* was broadly used in ancient, and is still in use in contemporary Greece.

Table 1: The *mano cornuta* in the Attic vases

CVA Vase Record Number*	H-handshape	Y-handshape	Date BCE	Museums & Collections
20 (BAPD: 211990)	x		475-425	VIENNA, Kunsthistorisches Museum i (AUSTRIA 1, pls. 1 - 50)
41 (BAPD: 12084)		x	425-375	VIENNA, Kunsthistorisches Museum i (AUSTRIA 1, pls. 1 - 50)
75 (BAPD: 340004)	x		450-400	VIENNA, Kunsthistorisches Museum ii (AUSTRIA 2, pls. 51 - 100)
131 (BAPD: 218091, 218105)	x	x	400-300	VIENNA, Kunsthistorisches Museum iii (AUSTRIA 3, pls. 101 - 150)
132 (BAPD: 568)	x		400-300	VIENNA, Kunsthistorisches Museum iii (AUSTRIA 3, pls. 101 - 150)
83 (BAPD: no matching record)		x	NA	BRUSSELS, Musées Royaux d'Art et d'Histoire ii (BELGIUM 2, pls. 49 - 96)
75 (BAPD: no matching record)	x		NA	BRUSSELS, Musées Royaux d'Art et d'Histoire ii (BELGIUM 2, pls. 49 - 96)
TOTAL:	5	3		

* The parenthesis refers to records on Beazley Archive Pottery Database - BAPD.

The small appearance of the *mano cornuta* in Attic iconography agrees with the fact that the Y-handshape is known as a *marked* handshape as it does not occur frequently³ in most SLs (cf. KOUIJ & CRASBORN, 2016). The SL sample is based on the following dictionaries: for ASL, on the *American Sign Language handshape dictionary* by Tennant and Gluszk Brown (1998), and on *The Gallaudet dictionary of American Sign Language* by Valli (2005); for GSL, on the *Online Dictionary of Concepts in GSL* by the Educational Policy Institute (2013), and the *Dictionary of Sign Language* by Magganaris

1 CVA vase photos are copyrighted. The reader can access them online using the record numbers in Table 1.

2 The naming of the handshapes follows the fingerspelled forms of SLs. Thus, the Y-handshape is the form for the Y letter, and the H-handshape for the H letter. The latter is an alternative handshape of the Y-handshape.

3 For example, n = 51 signs were met, representing a 2,6 % only out of a total N = 1927 LIBRAS signs.

(1998); and for LIBRAS, on the online *Dicionário da Língua Brasileira de Sinais V3* by Azambuja Lira and Souza (2011).

To date, there is no documented evidence that proves the connection of GSL with ASL and LSF, although due to the frequent contact among deaf people (e.g. in international conferences), there are traces of ASL sign transmission to GSL. Additionally, LIBRAS is chosen as a historically cognate SL to ASL and LSF, therefore a considerable number of cognate signing was expected to be etymologised on both SLs. Furthermore, this study records systematically and for the first time archaeological indexes of the *mano cornuta* in ancient Greece (in Attic vase), which, in turn, demonstrate etymological association with the Y-handshape signs of the three SLs.

MANO CORNUTA IN ANTIQUITY

One of the earliest examples comes from the sixth Egyptian Dynasty in the Qar tomb (SIMPSON, 1976; ROTH, 1993), where various scenes show the performance of the *mano cornuta* by the followers and/or suppliants of the departed as a gesture of honour, and/or a worship act for the Egyptian sun Ra. In relation to the sun, its Y-handshape form is clearly performed in front of the sun disk, which, in turn, was usually depicted over the head of a cow. This solar relationship is also supported by another iconography where Ra, as a young boy, performs the *mano cornuta* in the centre of a circle that was formed by the serpent *ouroboros* (BIEDERMANN, 1989, p. 362). Elsewhere (WILKINSON, 1994, p. 259), the specific handshape is performed in front of a vase, an imagistic motif that is preserved in Greek archaic and classical times. During Bronze Age (ca. 1303 BCE), the *mano cornuta* is articulated in the battlefield, sometimes by captives in front of the king, as they are trying to protect themselves against the king's subjugation (PANAITE, 2014).

In Egyptian, Minoan and Mycenaean civilisations the cow and/or the bull symbolised the sun, with which the *mano cornuta* was associated. This relationship is demonstrated on a Greek kylix from the middle of the sixth century BCE (HARRISON, 1908, p. 407), where god Dionysus holds aloft his characteristic wine-cup (the *kantharos*), and the goddess Semele (a moon goddess) performs the *mano cornuta* in front of his face (Figure 1). Dionysus was the son of Zeus, and therefore he had solar attributes among others. Additionally, Semele was known as *Keraunia* (*Κεραυνία*) that meant *wielding the thunder* and *thunder-stricken*. In fact, her name refers to the horn (*Κεραυνία>κέρας*) which mythology wants - especially the horns of a cow with which the *mano cornuta* is always associated (cf. KING, 1949) - to become thunderbolts (GUBERNATIS, 1872, p. 107).



Figure 1: Semele performing *mano cornuta* in front of Dionysus.

Since the *mano cornuta* appears next to vessels, it is most probably linked to an archetypal fertility worship, that of the Mother Goddess. In this, the vessel represented the rain season between the equinoxes, and the womb of the Mother Goddess (COHEN, 1993; MACGILLIVRAY, 2004; MAGINI, 2015; ŠPRAJC, 1993), who was usually depicted by the moon's sickle shape (as the new moon) and/or by the cow's horns (cf. MERTZANI, 2017). In particular, the moon, as the lunar sun (GRAULICH, CARRASCO, COE, DURAND-FOREST, et al., 1981; HEALEY, 1977), referred to the fertility of the earth and women during the rain period of the agricultural cycle (cf. GREEN, 2014; MILBRATH, 1999), during which the onset and end of the rains coincides with the extremes of Venus that also formed an extension to the moon's and sun's symbolism (as an evening and morning star) (MAGINI, 2015, p. 29-30; ŠPRAJC, 1993, p. 42). Due to this association, the *mano cornuta* represented Venus as well, especially its sickle appearance between the earth and the sun.

Metonymically then, as a solar and lunar symbol, the *mano cornuta* represented day and night, life and death, a relationship which explains its depiction in tombs. For example, in the Etruscan tomb of the Lionesses at Tarquinia (ca. 520 BCE), a figure dances and acts the H-handshape *mano cornuta* (with the right hand), most probably as a radiating solar energy against evil, and hence, as a benevolent act in afterlife (HOLLOWAY, 1986, p. 448-449; MORRIS, 1979, p. 128). Much later, in early Church iconography of the tenth century, the *mano cornuta* is clearly illustrated as the sun's rays with beneficial energy (ELWORTHY, 1900, p. 157).

Currently, in the Mediterranean, the *mano cornuta* under its H-handshape form only is still in use as a common gesture strictly in Greece, Italy, Portugal, and Spain. In Malta, it is used in types of horned amulets, such as the *qrun* (the horn) (BALDACCHINO, 2010). In Greece, it is *το κέρατο* (> *κέρας*) and in Italy, *il corno*, meaning the horn, used intentionally (while uttering the specific words) for prophylactic purposes. By wearing it and/or acting it, people believe to be protected by the evil eye that is regarded to cause "dryness" under the form of barrenness and the inability to bear children (KRIPPNER, BUDDEN, GALLANTE & BOVA, 2011). It also signifies horn-related metaphors concerning betrayal or emasculated lover, leaving phallic connotations as well. These latter meanings come from medieval years, when the *mano cornuta* was associated with fools and cuckolds (SALE, 2016; SHAW & DELAPORTE, 2015). In France and the northern European countries (e.g. the Netherlands, Belgium, Austria) it is extinct and/or is extremely rare (cf. MORRIS, 1994).

ANALOGIES TO THE MANO CORNUTA

Apart from the Mediterranean, and similar to the *mano cornuta*, the Y-handshape and H-handshape forms are recorded in Oceania, Australia, India and South America as traditional signs. Beginning with India, the specific signs appear in traditional dance hand movements (cf. CAROLL & CAROLL, 2013) denoting: female characters with a bow/arrow, female energy and love; a huntress goddess; and various animals like tortoise, deer, and antelope (Figure 2). The deer and goddess are also denoted through the Y-handshape that also expresses the female reproductive organs among other meanings (house, body, ground, etc.). This handshape used to mean wife in the union of male and female, which, in turn, is denoted by the H-handshape that also means fertility, cattle, wind and/or storm, and the instruments drum and/or flute. Under the meaning of wild animals, the H-handshape represents the lion. The majority of these meanings connect to the aforementioned symbolism of the *mano cornuta*, especially to its representation of horned animals, solar animals (the lion), femininity, female organs, and of a goddess.

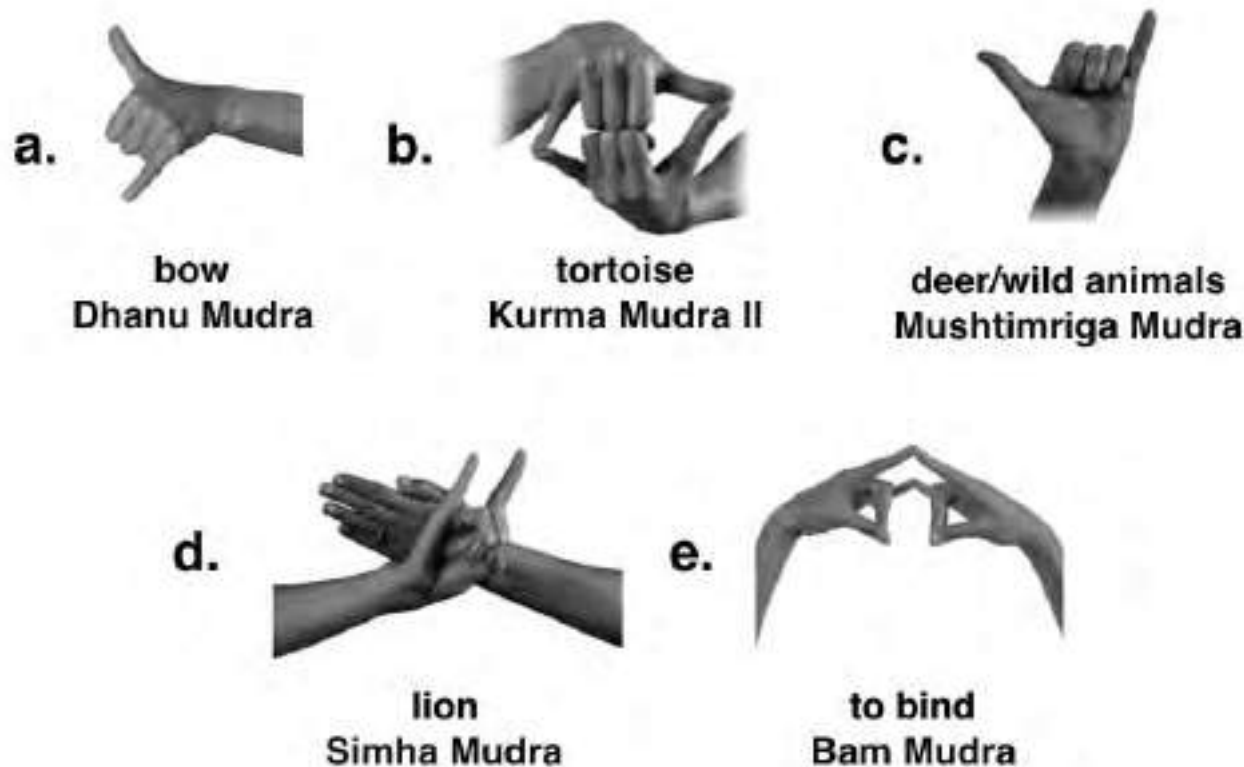


Figure 2: Examples of Indian traditional dance hand movements.

In Walmajarri peoples of Australia, the Y-handshape is used for the sign *KUNGA* that means ‘woman’ and ‘morning’ (BIEUNDURRY, 2007), hence connecting again the handshape with femininity, the day light, and a velar word, as it is shown above for the *mano cornuta* in the words *Κεραυνία, κέρασ*, *qrun*, and *corno*. Although the sign agrees with the feminine symbolism of the *mano cornuta*, it is difficult to support the pre-existence of cows in far antiquity in Australia and *kunga* to symbolise a cow. However, other signs from Australian aboriginals (e.g. *Ngada*) suggest the Y-handshape to refer to the animal *wallaby* (MOUNTFORD, 1938, p. 154), which in rituals represents the eternal man *Kugu’uthu* (WILLIAMS, 2000, p. 355), the fire generator (ROSSOTTI, 2002, p. 239).

In Brasil, the Y-handshape is broadly used as a salutation⁴ sign, likewise the *shaka*⁵ sign for the Hawaiian *aloha*⁶, which is a greeting of love, gratitude and affection. Interestingly, *aloha* derivatives (e.g. *alohi*, *alohikea*) mean ‘to shine, to sparkle, to glitter,’ ‘brightness,’ and ‘white light’ (ANDREWS, 1922, p. 52), linking again the Y-handshape to sunlight meanings.

4 In Umbanda and Candomblé rituals, the Y-handshape and H-handshape are used as worship salutation signs. To the best of my knowledge, the meanings of these signs are not yet examined in this ritualistic context.

5 Morris (1994, p. 218) supported the origin of *shaka* in a modified version of a Spanish drinking gesture. However, historic linguistics of Spanish Sign Language demonstrates that, where the specific drinking sign changes (PARKHURST & PARKHURST, 2003, p. 4), it is always articulated close to the mouth and not away from it. Additionally, in other SLs, the change always refers to the modification of the handshape and not to the location of the sign’s articulation.

6 *Aloha* (and *alohi*) involves words referring to the face, front, and an upper surface (*alo*); the number two (e.g. as two people making love) (*alu*); the blue or bluish colour (*ha*), and the flowing water and/or the sea (*hi*). This first compound of *aloha*, involves the word *a’a* (light, glowing) as in *a’alo* and *alo*. Cf. *ali’i* (chiefs, king queen, etc.), *alaula* (light of early dawn, sunset light), *’alua* (two, twice), and *’alima* (five, five times). In this latter, *ma* is a preposition meaning ‘at, in, on’, and ‘and other(s)’ (PUKUI, ELBERT, MOOKINI, 1992, p. 3, 10, 11, 87).

RESULTS

The mano cornuta in the Attic vases

So far, the iconography of the Attic vases shows that the *mano cornuta* was more frequently depicted with masculine figures (e.g. youth, satyrs) dancing next to a vessel (e.g. vase no. 20), reminding thus the aforementioned fertility symbolism. There is one incidence only (vase no. 83) in which the *mano cornuta* is performed by a female figure on the right side of a satyr and in front of a dionysian drum, bearing thus a solar meaning that is connoted by the drum itself (cf. DI GIULIO, 1991) and the horns over it. This solar symbolism is also met in vase no. 132, where Dionysus (as a solar god) sits performing the *mano cornuta*, and his maenads are also articulating it.

Table 2: The articulation of the *mano cornuta*

CVA Vase	Mano Cornuta	Location	Comments
20	H-handshape	Upper right	Man, right hand, on the level of the eye; tongue protrudes.
41	Y-handshape	Left up	Satyr, left hand, on the level of the shoulder.
75	H-handshape	Right down	Young man, right hand, on the level of the waist.
131	H-handshape & Y-handshape	H-handshape: <i>Gaia</i> : right had - upper left; left hand-down. <i>Apollo</i> : left hand - down. <i>Hermes</i> : right hand - upper right. <i>Goddess Hera(?)</i> : left hand-upper left. Y-handshape: <i>Zeus</i> : right hand - right up. <i>Heracles</i> : right hand - centre down. <i>Two athletes</i> : left hand-left up. <i>One athlete</i> : right hand-right up.	Only Zeus's sign is directed to Gaia and the swan. Apollo's is directed downwards; Heracles's to the four horses; and of the remaining gods, the handshape is turned to the eye. Gaia does not look at her right handshape. Two athletes look at each other, and sign the <i>mano cornuta</i> over a short column; the third athlete is facing them, performing the <i>mano cornuta</i> with his right hand, over the higher column.
132	H-handshape	<i>Dionysus</i> : right hand-right up. <i>Maenad behind Dionysus</i> : right hand - right up. <i>Maenad/Priestess in front of Dionysus</i> : left hand-left up. <i>Man (suppliant?)</i> : right hand - right up.	The <i>mano cornuta</i> is performed on the level of the chest.
83	Y-handshape	Maenad (?): left hand-upper left.	The <i>mano cornuta</i> is performed over her head.
75	H-handshape	Right hand - lower right.	Young man, the <i>mano cornuta</i> downwards, on the level of the waist.

In vase no. 131, the *mano cornuta* is performed by the Greek gods Zeus, Gaia (*Γαῖα*), Apollo, and Hermes. In particular, its performance by the central goddess who holds the swan (by both hands), signifies its relation to the axis of the earth. She is *Γαῖα*, the Mother Earth, and the swan, the swan constellation that once was the polar star that defined the axis of the earth (MAGLI, 2009, p. 179). In fact, the swan and the *mano cornuta* is depicted just over the omphalus, a scene recalling the Delphic omphalus on which her name is attested. This relationship is also met in the scene with the athletes, who perform the *mano cornuta* over columns that were also symbols of the earth's axis and phallus (BUSENBARK, 1949, p. 162). Furthermore, in one of these scenes, Heracles is depicted to perform the *mano cornuta* by his right hand, while holding with his left

a sphere in front of four horses (as solar symbols too).

In vase no. 75 (BAPD: 202619), the *mano cornuta* in its H-handshape form is performed by a male youth with his right hand in front of a hare that stood for the spring equinox in the sign of Taurus (RICHER, 1994, p. 138), an association that also confirms its relation to the bull as the Taurus constellation used to represent.

As Table 2 shows, the *mano cornuta* is performed more frequently on the level of the shoulders and/or higher (on the level of the eye or over the head), an articulation that agrees with its traditional performance (MORRIS, 1979, p. 136), as well as with traditional Y-handshape signs in Australia, Brasil and Oceania.

The mano cornuta in the three SLs

Table 3 displays the number of signs that relate to the *mano cornuta*. As it was expected, GSL maintains it more than the ASL and LIBRAS, where its appearance is quite similar. Overall, it maintains its ancient symbolism denoting the cow, calf, ox, and the bull. For example, the ASL BULL is based on the H-handshape form performed on one's forehead alike the *mano cornuta* (p. 133).

Table 3: The *mano cornuta* in ASL, GSL and LIBRAS

	ASL	GSL	LIBRAS
<i>Mano cornuta</i>	10/36 (28%)	14/28 (50%)	14/46 (30%)

The three SLs converge in the signs PLAY, CELEBRATE, ANNIVERSARY, and WALK/ENTERTAINMENT (Figure 3). Their similar handshape and movement indicates common ancestry that can be traced in the worship of the Mother Goddess and her sistrum instrument. The articulation of the sign appears to imitate the holding of the sistrum - which also symbolised the head of a cow - in a similar fashion to the ASL CELEBRATE. Shaw and Delaporte (2015, p. 203) justify the Y-handshape as representing the letter <J> from the French verb *jouer*, which is also etymologised on the AG ἰώ (*jouer* > Latin, *iocare*, *iocus* > AG, ῥή ἰυγή: a shout of joy or pain > ἰώ, exclamation of joy or sorrow) that meant the Io cow goddess and the moon. This etymology also justifies the GSL WALK/ENTERTAINMENT and LIBRAS BIRTHDAY/ANNIVERSARY, since *jouer* also recalls the AG ἰώ (to go) due to “the procession or motion of the sun” (VALPY, 1828, p. 194), maintaining thus a solar symbolism as the *mano cornuta*.

The imitation of the cow/bull appears in the LIBRAS BOBAGEM (foolishness), which etymologically corresponds to the ASL ANTAGONISTIC that represents two horned animals fighting (Figure 4). This meaning of silliness is also shown in certain ASL and LIBRAS signs that originate from the *mano cornuta*. For example, the LIBRAS IDIOTA (idiot) is cognate to the ASL FOOLISH/SILLY (VALLI, 2005, p. 178) and hence, to the LSF IDIOT, which originates from the *mano cornuta* (SHAW & DELAPORTE, 2015, p. 247) (Figure 5).

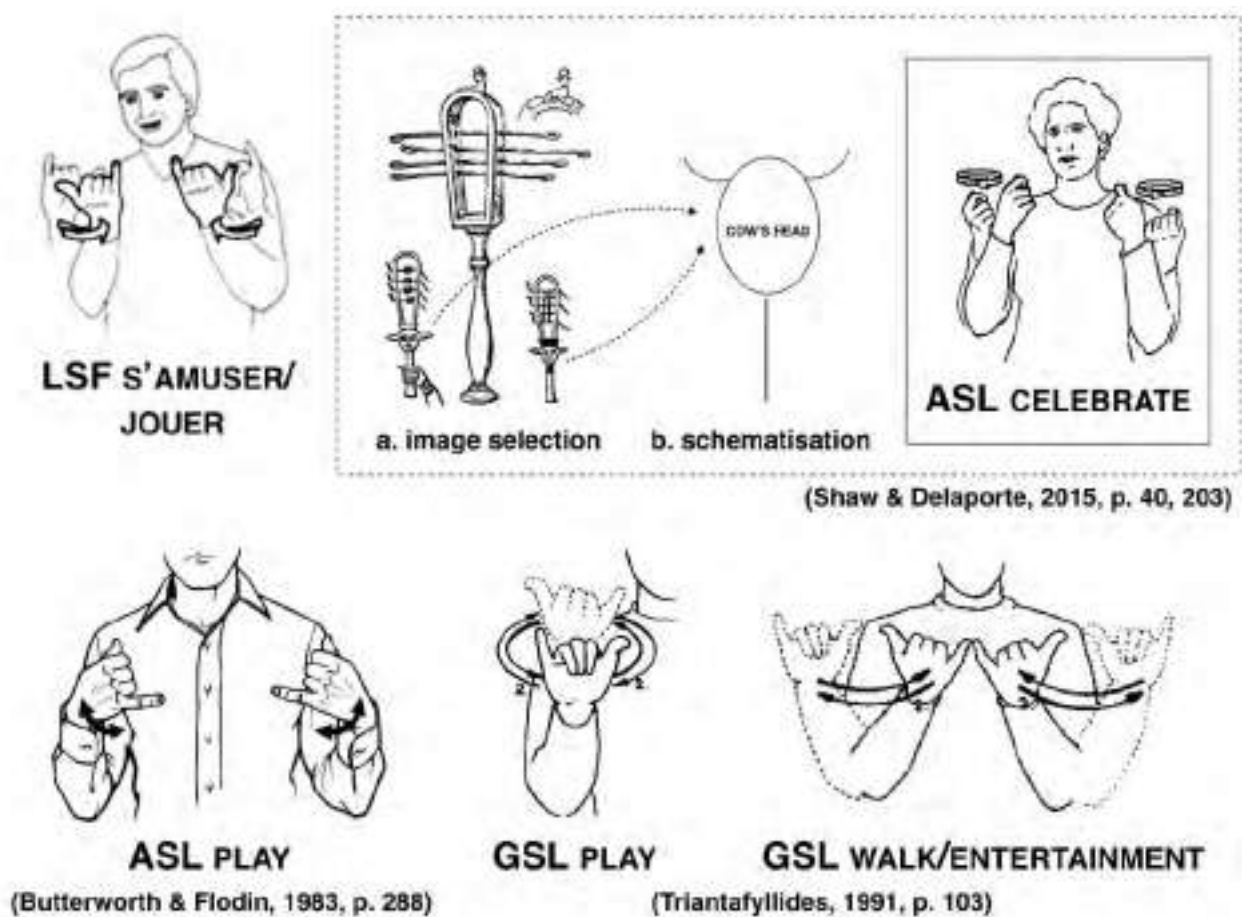


Figure 3: ASL, GSL, and LIBRAS PLAY etymology.



Figure 4⁷: The etymology of LIBRAS BOBAGEM and IDIOTA on mano cornuta.

Moreover, the LIBRAS signs AZAR (bad luck) and ENGANAR (to cheat) are also etymologically based on the mano cornuta (Figure 6). Firstly, the sign AZAR corresponds to the ASL WRONG, and the sign ENGANAR to the ASL DECEIVE₂ (cf. also

7 Note: The LIBRAS BOBAGEM is etymologised on the ASL ANTAGONISTIC, which also means ‘cantankerous, bullheaded’, and thus is linked to mano cornuta. The LIBRAS IDIOTA represents the horn on the forehead (see also Figure 6).

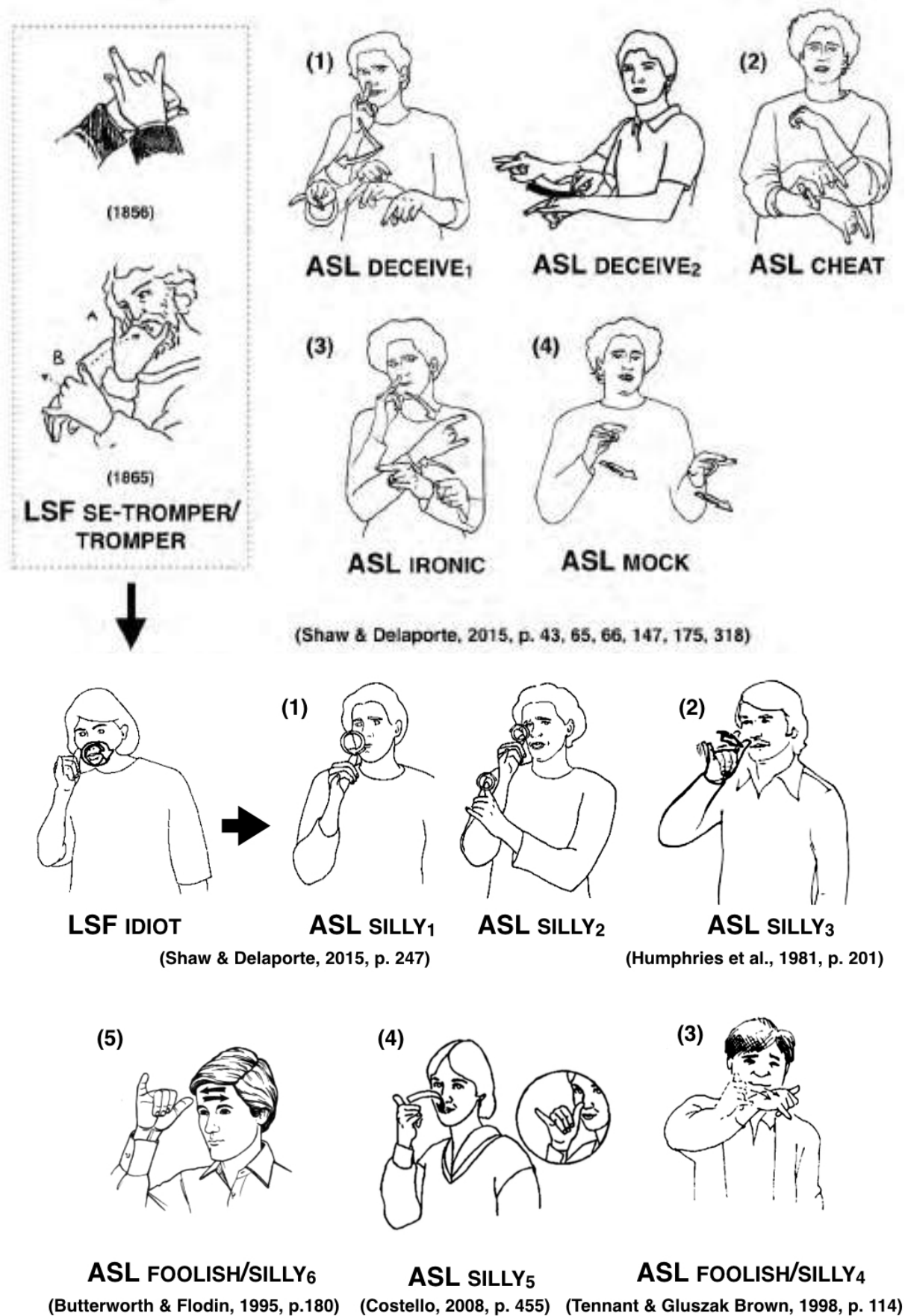


Figure 5: The etymology of ASL FOOLISH/SILLY on the LSF SE-TROMPER/TROMPER.

ASL *MOCK* and *IRONIC*) (p. 147, 175). Then, both signs (*WRONG*, *DECEIVE*₂) originate from the LSF *TROMPER/SE-TROMPER*, which is etymologised on the *mano cornuta*. It appears that the original H-handshape changed to the Y-handshape (for *AZAR*), a modification that proves the alternate function of these two handshapes.



Figure 6: ASL *WRONG* and LIBRAS *ENGANAR* based on the LSF *SE-TROMPER/TROMPER*.

ASL and GSL converge in the colours *YELLOW*, *BEIGE*, *BLUE*, and *BLOND* (Figure 7). These, considering the spectrum of light, remind the sun symbolism of the *mano cornuta* as they refer to the colours of the daylight. Even if a lexicised etymology is accepted for the sign *YELLOW* where the Y-handshape represents the initial Y of the French *jaune* (yellow) (SHAW & DELAPORTE, 2015, p. 117, 319), its articulation does not explain *BLUE*. However, a careful look at these signs shows their correspondence to *PLAY*, and, following its etymology, the sun symbolism of the *mano cornuta* appears again, for the suggested etymon (*jaune/jalne* > εἴλη, ἔλα, ἀλέα: the sun's light; the dawn⁸ > ἄλιος: the sun; the sea cf. ἀλῶς) refers to both colours, yellow and blue. In the ASL *GOLD*, the Y-handshape clearly represents a flickering gleam (Figure 8), which is repeated in the signs *YELLOW* and *BLUE*.

Although LIBRAS and GSL are not cognate SLs as LIBRAS and ASL are, they correspond to the signs *CAPITAL* and *CENTRE/ATHENS*₂ (Figure 9). In GSL, these signs also denote *ATHENS* and *CITY*, meanings that connect to the *mano cornuta* as it

8 Cf. for dawn: ἄως and γέλαν < γαλανός (blue). Also, αὐ- = ἄως = ἄα (dawn, water).

relates to the axis of the earth (see vase no. 131). Since the sign refers to Athens and hence, to the goddess Athena from whom the city is named, the *mano cornuta* refers to the *Panathenaia* celebrations on the month *ἑκᾶτομβαιών* (Hecatombaeon), during which the constellation *Ophis* (current Draco) rotated around the north pole, the axis of the earth (BOUTSIKAS, 2011, p. 307). This midpoint of the pole is represented by the Y-handshape and/or the A^o-handshape in the middle of the palm. This second handshape strongly demonstrates this relationship since it is attested by the goddess Athena in front of Heracles (BOARDMAN, 1974, p. 118), who also performs the *mano cornuta* in vase no. 131. Interestingly, the Y-handshape means the ‘centre’ in the SL of Italy (SPREADTHESIGN, 2012), where the *mano cornuta* still exists.



Figure 7: ASL and GSL colour convergence.

DISCUSSION

The *mano cornuta* is found to associate with an ancient solar and fertility symbolism, which, subsequently, is fossilised in modern SLs, like GSL and ASL under the meanings of colours and play. This convergence can be explained by the diffusion of the ancient worship of the Mother Goddess, which, across civilisations, referred to the agricultural cycle for planting and harvesting. In this cycle, the conjunction of the sun and moon (the full moon) used to take place once every eight years during the summer solstice, during which, at least initially, the Olympics were celebrated, as well as the new year. With this specific conjunction and time of the year the *mano cornuta* appears to associate as the iconography of vase no. 131 depicts,

as well as its performance by solar gods (e.g. Zeus, Dionysus, Apollo, Heracles).

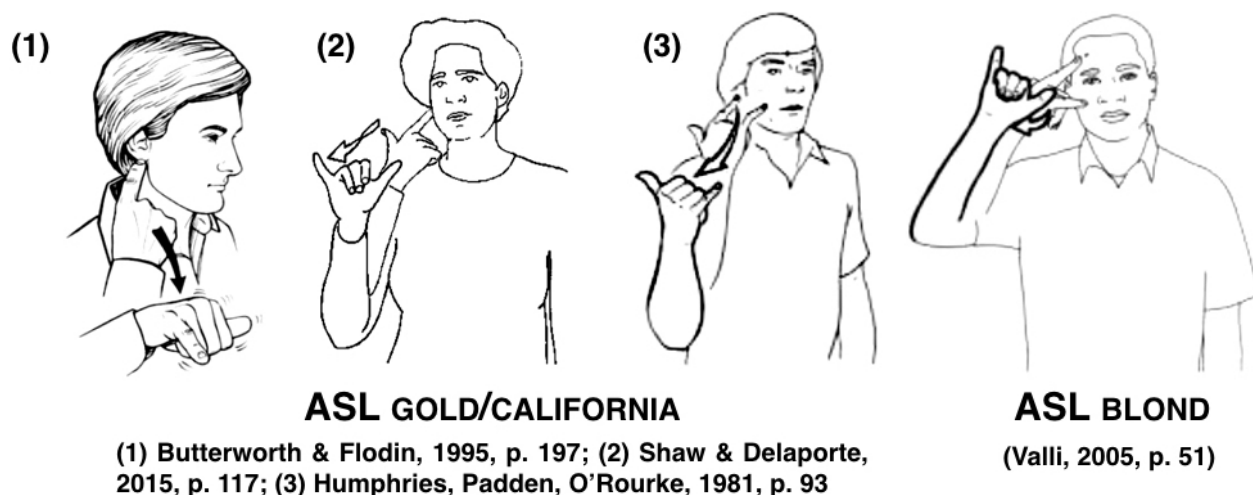


Figure 8: The ASL GOLD and BLOND.

The summer solstice was used to measure the shortest noon shadow that defined the north pole, and hence, the earth's and celestial axis (ISLER, 1989; 1991). In fact, the bull's horns were used as a gnomon for this measurement (ISLER, 1991). The iconography of the vase no. 131 relates the *mano cornuta* to the pole of the earth, putting the swan (as the swan constellation) over the omphalos (the axis of the earth), and to Heracles, who initiated the Olympics. The athletes in this vase also recall these games, which were honoring the Mother Goddess Γαῖα in her sanctuary in Olympia, and Zeus as her triumphant son (ROBERTSON, 2010, p. 69). Moreover, the summer solstice was fixed for the celebration of the Olympics (HANNAH, 2009, p. 48). In particular, they used to start at the full moon of the summer solstice, during which the heliacal rising of Sirius was also taking place (RICHER, 1994, p. 111, 119), marking the beginning of the year. In fact, the new year in Athens commenced on the first of Hekatombaion (the month of Panathenaia), on the first new moon, the sickle moon (BILIC, 2012, p. 514; HANNAH, 2009, p. 36) that the *mano cornuta* represented.

This north passage of the sun defined the agricultural period from May first to middle August (ca. 105 days), which involved the epagomenal⁹ days of the ancient calendars. In particular, the fourth epagomenal day was traditionally the day of the Mother Goddess (SALEM, 1937, p. 166), which was also equated to the heliacal rising of Sirius (HOLBERG, 2007, p. 4; WELLS, 1985, p. 258-259). Initially, then, her celebrations occurred when the conjunction of the sun and the full moon aligned¹⁰ perfectly with Sirius (MAGLI, 2016, p. 70-71). However, this planetary conjunction started occurring days after the summer solstice due to the precession of the equinoxes (cf. WELLS, 1985, p. 279, 291).

As a result, the mother was celebrated at the beginning of August in *λυχνοκαΐα* (the Feast of Lanterns), when the sun enters in the centre of the constellation Cancer (HANNAH, 2009, p. 17; RICHER, 1994, p. 122). This central placement represented in antiquity the impregnation of the seed (by the sun) in the womb of the Mother (BUSENBARK, 1949, p. 133),

9 The intercalation of an extra month was thrice every eight years. The first of Hekatombaion and the solstice “will have varied at different moments within the cycle of intercalation: Hekatombaion 1 could fall at different points within a span of slightly more than twenty days in the Julian solar calendar” (PARKER, 2005, p. 193).

10 Such alignment occurred in the summer solstice in 1956 BCE (WELLS, 1985, p. 288).

and the conception of a god¹¹ (ESTRADA-BELLI, 2006, p. 63), a representation that recalls the sun as Horus¹² performing the *mano cornuta* in the centre of ourboros. In turn, the serpent reminds of Ophis and the centre of the earth as seen during the Panathenaea on Hecatombaeon 27, a date that coincides with the Mother's day. In fact, the hundredth day of the 105-day cycle was her day, when the lower conjunction of Venus also conjoined, passing between the earth and the sun. Five days before this conjunction, Venus appears as a thin crescent, which the *mano cornuta* also represented. This relationship is reminiscent in the GSL THURSDAY, which represents an ancient form of the number five (TRANTAFYLLIDES, 1990, p. 101), her number.



Figure 9: GSL and LIBRAS sign convergence CAPITAL and CENTRE.

Based on this planetary alignment, the *mano cornuta* etymologises the GSL ETERNITY and ASL FOREVER. As Sirius was equated to the Mother, the *mano cornuta* also referred to its return cycle (every 1461 years) on the first day of the new year (HOLBERG, 2007, p. 4) known as the *αἰών* that meant eternity and lifetime, a meaning found in Venus too (cf. *αὔωσ*,

11 The classical authors mention the calf Apis/Epaphus born of a cow that is made pregnant by a light from heaven (FAULKNER, 1968, p. 44).

12 In 432 BCE, the summer solstice fell on Skirophoriôn 13 (BILIC, 2012, p. 516; HANNAH, 2009, p. 36), in which a sacrifice to Zeus *Διὶ ὀρίωι* is attested. Cf. Lambert (2000, p. 45) for Skirophoriôn 11/12. The meaning *ῶριος* (in due season, youthful, fresh) agrees with this time, since Skirophoriôn as the last month of the Attic calendar, announced the new year on the first of Hekatombaïôn. Cf. also *ῶρος*, year.

life). Especially the ASL FOREVER is articulated by the sign ALWAYS (BUTTERWORTH, ROD & FLODIN, 1983, p. 166) and the Y-handshape extending from the middle of the forehead. Shaw and Delaporte (2015, p. 106) base its etymology on the LSF JUSQU'A (until), arguing the Y-handshape to represent the <J> letter of the word. Interestingly, its etymon (*jusqu'á* > Latin *usquē* < adv. *us-*, all the way, continuously, constantly) leads to the AG ὤς (whither, as far as) and ὤς/ὤς (mother), from which originate the epithets ὤη/ὤή for Semele, and ὤης, ὤεύς, ὤας for Zeus and Dionysus, as the gods of fertilising moisture (cf. also ὤω, to rain). Hence, the handshape again links to solar and fertility meanings. Additionally, in other European SLs 'forever' (e.g. Polish ZAWSZE; Austria FÜR-IMMER; Czech NAVŽDY) is performed by the Y-handshape and a cyclical movement alike the one of the ASL ALWAYS, which are not cognate to ASL. Additionally, the etymologies of their 'forever' words refer to the earth (*zawsze* > γᾶ, κάς: earth), the daylight (*immer* > ἄμαρ, ἡμέρα: day) and the axis as the navel of the earth (*navždy* > νᾶός, ναῦς: temple, portable shrine, ship).

Furthermore, the *mano cornuta* is found to be performed more often with the right hand, which in some cultures symbolised the rain season and the day sky, whereas the left hand, the dry season and the night (MILBRATH, 1999, p. 14). Due to its relation to the day and sun, the right hand designated masculinity, whereas the left, femininity and the moon (PALKKA, 2002, p. 422). This symbolism agrees with this present iconography of the *mano cornuta*, and with the planetary alignment of the Mother's worship. Such masculine and phallic connotations are found in the LSF etymologies (e.g. ASL DECEIVE), and in the non-cognate LIBRAS sign ADULTERY. In these signs, the *mano cornuta* was regarded to replacing the phallus that had apotropaic power (BERRY, 1968; LYKIARDOPOULOS, 1981).

Moreover, all three SLs form metonymically signs that mean countries, such as ITALY in LIBRAS due to the present use of the *mano cornuta*; SPAIN in GSL, because of the bullfighting in the country; and NETHERLANDS in ASL because of the country's large cattle farming and industry. Additionally, in LIBRAS, the sign FARM means the place for rearing animals including cattle, and in GSL, the signs MAMMAL (as animal classification) and ANIMALS.

CONCLUSION

The study examined the symbolism of the *mano cornuta* in Attic vase iconography, which, subsequently, extended into specific/intra-cultural meanings through juxtapositions of elements and parallelisms, so as to etymologise certain signs of three modern SLs. So far, this investigation proves the *mano cornuta* to be the etymon of signs that associate with meanings of light, adultery, foolishness, centrality, and eternity. Since it is shown to be performed in the ancient summer solstice celebrations, when the Mother Goddess worship was also taking place, its fertility meaning - and by extension its phallic one - is justified by the sun's symbolic power (at its farthest point northward) to fertilise the earth under the moisture of the full moon.

REFERENCES

- ANDREWS, L. *A dictionary of the Hawaiian language*. Honolulu, Hawaii: The Board Of Commissioners of Public Archives of the Territory of Hawaii, 1922.
- AZAMBUJA LIRA de, G.; SOUZA de, T.A.F. *Dicionário da Língua Brasileira de Sinais V3*. Acessibilidade Brasil, 2011. Available at: <http://www.acessibilidadebrasil.org.br/libras_3/>.
- BALDACCHINO, J. The Evil Eye (ghajn) in Malta: Grappling with Skinner's pigeons and rehabilitating lame ducks. *The Australian Journal of Anthropology*, v. 21, p. 188–207, 2010.
- BERRY, V. Neapolitan charms against the evil eye. *Folklore*, n.4, v.79, p. 250-256, 1968.
- BIEDERMANN, H. *Dictionary of symbolism. Cultural icons and the meanings behind them*. New York: Facts On File, 1989.
- BIEUNDURRY, Clifton. Traditional hand signs (Australia). Filmed by K. David Harrison, Enduring Voices Project, 2007: <<https://www.youtube.com/watch?v=qLwf2b4kWKo>>.
- BILIC, T. Apollo, Helios, and the solstices in the Athenian, Delphian, and Delian calendars. *Numen*, v. 59, p.509–532, 2012.
- BOARDMAN, J. *Athenian black figure vases*. London: Thames and Hudson, 1974.
- BOUTSIKAS, E. Astronomical evidence for the timing of the Panathenaia. *American Journal of Archaeology*, n. 2, v. 115, p. 303-309, 2011.
- BUSENBARK, E. *Symbols, sex and the stars in popular beliefs*. New York: Truth Seeker Company Inc, 1949.
- BUTTERWORTH, Rod R.; FLODIN, Mickey. *The Perigee visual dictionary of signing: An A to Z guide to over 1,200 signs of American sign language*. New York: Putnam, 1983 (1st edition); 1995 (2nd edition).
- CARROLL, C.; CARROLL, R. *Mudras of India. A comprehensive guide to the hand gestures of yoga and Indian dance*. London: Singing Dragon, 2013.
- COHEN, M.E. *The cultic calendars of the ancient near East*. Bethesda, Maryland: CDL Press, 1993.
- CORPUS VASORUM ANTIQUORUM. University of Oxford, 2014: <<http://www.cvaonline.org/cva/>>.
- COSTELLO, E. *American Sign Language dictionary*. New York, NY: Random House, 2008.
- DI GIULIO, A.M. The frame drum as a dionysian symbol in scenes on Apulian pottery. *RidIM/RCMI Newsletter*, n. 1, v. 16, p. 2-7, 1991.
- EDUCATIONAL POLICY INSTITUTE. Online Dictionary of Concepts in GSL. Athens, Greece: National Strategic Reference Framework ESPA 2007-2013, Operational Programme "Education and Lifelong Learning," 2013. Available at: <<http://prosvasimo.gr/el/onlne-lexiko-ennoiwn>>.
- ELWORTHY, F.T. *Horns of honour and other studies in the by-ways of archaeology*. London: John Murray, 1900.
- ESTRADA-BELLI, Francisco. Lightning sky, rain, and the maize god: The ideology of preclassic Maya rulers at Cival, Peten, Guatemala. *Ancient Mesoamerica*, n. 1, v. 17, p. 57 - 78, 2006.
- FAULKNER, R. O. The Pregnancy of Isis. *The Journal of Egyptian Archaeology*, v. 54, p. 40-44, 1968.
- GRAULICH, M.; CARRASCO, P.; COE, M.D.; DURAND-FOREST, J.; DE GALINIER, J.; GONZALEZ, Y., et al. The metaphor of the day in ancient Mexican myth and ritual. *Current Anthropology*, n. 1, v. 22, p. 45-60, 1981.
- GREEN, H.H. Cosmic order at Chocólá: implications of solar observations of the eastern horizon at Chocólá, Suchitepéquez, Guatemala. In: ALDANA Y VILLALOBOS, G. & BARNHART, E.L. (Eds.) *Archaeoastronomy and the Maya*. Oxford: Oxbow Books, 2014, p. 17 - 39.
- GUBERNATIS, A. *Zoological mythology or the legends of animals. Vol. I*. London: Trubner & Co, 1872.

- HANNAH, R. *Time in antiquity*. London: Routledge, 2009.
- HARRISON, J.E. *Prolegomena to the study of Greek religion*. Cambridge: The University press, 1908.
- HEALEY, T. The symbolism of the cross in sacred and secular art. *Leonardo*, n. 4, v. 10, p. 289-294, 1977.
- HOLBERG, J.B. *Sirius: Brightest diamond in the night sky*. New York: Springer-Verlag, 2007.
- HOLLOWAY, R.R. The bulls in the “Tomb of the Bulls” at Tarquinia. *American Journal of Archaeology*, n. 4, v. 90, p. 447-452, 1986.
- HUMPHRIES, Tom; PADDEN, Carol; O’ROURKE, Terrence J. *A basic course in American sign language*. Silver Spring, Md.: T.J. Publishers, 1981.
- ISLER, Martin. An Ancient Method of Finding and Extending Direction. *Journal of the American Research Center in Egypt*, v. 26, p. 191-206, 1989.
- ISLER, Martin. The gnomon in Egyptian antiquity. *Journal of the American Research Center in Egypt*, v. 28, p. 155-185. 1991.
- KING, W.S. Hand gestures. *Western Folklore*, n. 3, v. 8, p. 263-264, 1949.
- KOOIJ, E. van der; CRASBORN, O.A. Chapter 11: Phonology. In: BAKER, A.; BOGAERTE, B. van den; PFAU, R.; SCHERMER, T. (Eds.) *The Linguistics of Sign Languages: An introduction*. Amsterdam: John Benjamins, 2016, p. 251-278.
- KRIPPNER, S.; BUDDEN, A.; GALLANTE, R.; BOVA, M. The indigenous healing tradition in Calabria, Italy. *International Journal of Transpersonal Studies*, n.1-2, v. 30, p. 48–62, 2011.
- LAMBERT, Stephen D. The sacrificial calendar of the Marathonian Tetrapolis: A Revised Text. *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik*, Bd. 130, p. 43-70, 2000.
- LOGIADIS, N.; LOGIADI, M.N. *Dictionary of sign language. Λεξικό νοηματικής γλώσσας* (in Greek). Athens: Potamitis Press, 1985.
- LYKIARDOPOULOS, A. The evil eye: Towards an exhaustive study. *Folklore*, n. 2, v. 92, p. 221-230, 1981.
- MAGGANARIS, T. *Sign language dictionary (Εγχειρίδιο νοηματικής γλώσσας)*. Thessaloniki: European Social Fund “Employment - HORIZON” & Aristotle University of Thessaloniki, 1998.
- MACGILLIVRAY, A. The astral labyrinth at Knossos. *British School at Athens Studies, Knossos: Palace, City, State*, v. 12, p. 329 -338, 2004.
- MAGINI, L. *Stars, myths and rituals in Etruscan Rome*. New York, NY: Springer, 2015.
- MAGLI, Giulio. *Mysteries and Discoveries of Archaeoastronomy*. From Giza to Easter Island. New York, NY: Praxis Publishing Ltd, 2009.
- MAGLI, Giulio. *Archaeoastronomy: Introduction to the Science of Stars and Stones*. Springer: Springer International Publishing Switzerland, 2016.
- MERTZANI, M. Iconicity in ancient languages. A case study of KA-RA in Greek. *Cadernos do LEPAARQ*, n. 27, v. 14, p. 72-88, 2017.
- MILBRATH, S. *Star gods of the Maya. Astronomy in art, folklore, and calendars*. Austin, TX: University of Texas Press, 1999.
- MORRIS, Desmond. *Bodytalk: The meaning of human gestures*. New York: Crown Trade Paperbacks, 1994.
- MORRIS, Desmond. *Gestures, their origins and distribution*. New York: Stein and Day, 1979.

- MOUNTFORD, P.C. Gesture language of the Ngada tribe of the Warburton Ranges, western Australia. *Oceania*, n. 2, v. 9, p. 152-155, 1938.
- PALKA, J.W. Left/right symbolism and the body in ancient Maya iconography and culture. *Latin American Antiquity*, n. 4, v. 13, p. 419-443, 2002.
- PANAITE, E. To raise one's forefinger towards the king: A Libyan-related gesture? Poster presented at the Annual General Meeting and Scholars' Colloquium "Masterpieces of Ancient Egyptian Art", The Society for the Study of Egyptian Antiquities Symposium, November, 4-6, 2014: <https://www.academia.edu/18875602/_To_raise_one_s_forefinger_towards_the_king_a_Libyan-related_gesture_poster_presented_to_the_SSEA_AGM_Nov_2014>.
- PARKER, Robert. *Polytheism and society at Athens*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- PARKHURST, Stephen; PARKHURST, Dianne. Lexical comparisons of signed languages and the effects of iconicity. *Work Papers of the Summer Institute of Linguistics*, University of North Dakota Session, vol. 47, 2003.
- PUKUI, Mary Kawena; ELBERT, Samuel Hoyt; MOOKINI, Esther T. *New pocket Hawaiian dictionary : with a concise grammar and given names in Hawaiian*. Honolulu: University of Hawaii Press, 1992.
- RICHER, Jean. *Sacred geography of the ancient Greeks*. Astrological Symbolism in Art, Architecture and Landscape. Albany: State University of New York Press, 1994.
- ROBERTSON, N. *Religion and reconciliation in Greek Cities. The sacred laws of Selinus and Cyrene*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- ROTH, A.M. Fingers, stars, and the 'opening of the mouth': The nature and function of the ntrwj-. *The Journal of Egyptian Archaeology*, v. 79, p. 57-79, 1993.
- ROSSOTTI, H. *Fire: servant, scourge and enigma*. Mineola, New York: Dover Publications, Inc, 2002.
- SALE, J.R. Protecting fertility in Fra Filippo Lippi's portrait of a woman with a man at a casement. *Metropolitan Museum Journal*, v. 51, p. 65-83, 2016.
- SALEM, M. S. The 'Lychnapsia Philocaliana' and the Birthday of Isis. *The Journal of Roman Studies*, v. 27(2), p. 165-167, 1937.
- SHAW, E.; DELAPORTE, Y. *A historical and etymological dictionary of American Sign Language*. Washington, DC: Gallaudet University Press, 2015.
- SIMPSON, W.K. *The mastabas of Qar and Idu G 7101 and 7102*. Boston: Department of Egyptian and Ancient Near Eastern Art, Museum of Fine Arts, 1976.
- ŠPRAJC, I. Venus-Rain-Maize Complex in the Mesoamerican world view II. *Archaeoastronomy*, v.18, p.27-53, 1993.
- SPREADTHESIGN. Örebro, Sweden: European Sign Language Centre, 2012: <www.spreadthesign.com>.
- TENNANT, R.A.; GLUSZAK BROWN, M. *The American Sign Language handshape dictionary*. Washington, D.C.: Gallaudet University Press, 1998.
- TRIANAFYLLIDES, G. *System of Greek signs [Σύστημα ελληνικών νευμάτων]*. Thessaloniki: The friends of the Deaf in Thessaloniki Club, 1990.
- VALLI, Clayton. *The Gallaudet dictionary of American Sign Language*. Washington, D.C.: Gallaudet University Press, 2005.
- VALPY, F.E.J. *An etymological dictionary of the Latin language*. London: Printed by A.J. Valpy, sold by Baldwin and Co, 1828.
- WELLS, R. A. Sothis and the Satet Temple on Elephantine: A Direct connection. *Studien zur Altägyptischen Kultur*, Bd. 12, p. 255-302, 1985.

- WILLIAMS, D. The cultural appropriation of dances and ceremonies. *Visual Anthropology*, n. 4, v. 13, p.345-362, 2000.
- WILKINSON, J.G. *The ancient Egyptians. Their life and customs. Volume one*. London: Senate, 1994.

Recebido em: 30/06/2018

Aprovado em: 06/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

THOMAS THOMAS: EMPRESARIO RURAL INSERTO EN UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN TERRITORIAL (COLONIA CARCARAÑÁ, SANTA FE, ARGENTINA 1871-1908)

THOMAS THOMAS: RURAL ENTREPRENEUR INSERTED IN A PROCESS OF TERRITORIAL TRANSFORMATION (CARCARAÑÁ COLONY, SANTA FE, ARGENTINA 1871-1908)

THOMAS THOMAS: EMPREENDEDOR RURAL INSERIDO EM UM PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL (COLÔNIA CARCARAÑA, SANTA FÉ, ARGENTINA, 1871-1908)

Irene Dosztal

Como citar este artigo:

DOSZTAL, Irene. Thomas Thomas: empresario rural inserto en un proceso de transformación territorial (Colonia Carcaraña, Santa Fe, Argentina 1871-1908). In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 38-55, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Thomas Thomas: empresario rural inserto en un proceso de transformación territorial (Colonia Carcarañá, Santa Fe, Argentina 1871-1908)

Irene Doształ*

Resumo: Este artigo analisou a ação de Thomas Thomas, um empreendedor rural sediado em Colonia Carcarañá durante a segunda metade do século XIX. Assim, conformando o contexto histórico que dá base à exploração arqueológica no terreno que ele transformou com suas instalações domésticas, agrárias e industriais. Para isso estudamos os investimentos realizados desde a sua chegada em terras Santafesinas e prestamos especial atenção às estratégias associativas que permitiram, através de uma articulação vertical, ter incidência em toda a cadeia produtiva Agro. Esta modalidade de investimento não teria sido possível sem a transformação territorial e social produzida pelo processo colonizador levado a cabo pela empresa central de terras argentinas (Calco), que foi abordada para posicionar este imigrante num contexto de rápida Desenvolvimento Agrário.

Resumen: En este artículo se analizó el accionar de Thomas Thomas, empresario rural radicado en Colonia Carcarañá durante la segunda mitad del siglo XIX. Conformándose así el contexto histórico que da base a la exploración arqueológica en el terreno que él transformó con sus instalaciones doméstica, agrarias e industriales. Para ello se estudiaron las inversiones realizadas desde su llegada a tierras santafesinas y se presta especial atención a las estrategias asociativas que le permitieron, a través de una articulación vertical, tener incidencia en toda la cadena productiva agroexportadora. Esta modalidad inversora no habría sido posible sin la transformación territorial y social producida por el proceso colonizador llevado adelante por The Central Argentine Land Company (CALCo), que se abordó para posicionar a este inmigrante en un contexto de rápido desarrollo agrario.

Abstract: In this article we analyzed the actions of Thomas Thomas, a rural entrepreneur based in Carcarañá Colony during the second half of the nineteenth century. Thus conforming the historical context that gives basis to the archaeological exploration in the ground that he transformed to his domestic, agrarian and industrial installations. For this we studied the investments made since their arrival in Santa Fe lands and pay special attention to the associative strategies that allowed, through a vertical articulation, to have incidence on the entire agro-export productive chain. This investment modality would not have been possible without the territorial and social transformation produced by the colonizer process carried forward by the Central Argentine Land Company (Calco), which was approached to position this immigrant in a context of rapid Agrarian development.

Palavras Chave:

Industrialização; Economia Rural;
Uso da Terra; Santa Fe; Século XIX

Palabras claves:

Industrialización; Economía Rural;
Uso De La Tierra; Santa Fe; Siglo
XIX

Keywords:

Industrialization; Rural Econom-
ics; Land Use; Santa Fe; Nineteenth
Century

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Instituto de Investigaciones Socio-históricas Regionales Argentina. Correo electrónico: doształ@ishir-conicet.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Thomas¹ Thomas fue un ingeniero gales nacido en 1831, quien arriba a la Argentina desde Liverpool en 1863 como miembro del equipo técnico que llevará adelante la instalación de las vías férreas de Rosario a Córdoba (Damus, 2008).

Originalmente radicado en la ciudad de Rosario comienza a establecer relaciones societarias que en un período de casi 30 años (1863-1892) lo posicionaron como un empresario rural que abarcaba producción primaria agropecuaria, establecimientos productivos, sociedades anónimas, colonización y comercio.

En las últimas décadas se llevó adelante una persistente producción académica asociada al estudio de las trayectorias de empresarios que actuaron durante la segunda mitad del siglo XIX en la región pampeana. Este conjunto variado de investigaciones se apoyan en la hipótesis que la incipiente burguesía agraria apostó a la diversificación de sus actividades económicas, permitiéndole generar mecanismos destinados tanto a aprovechar oportunidades como amortiguar perjuicios (Sábato, 1988; Bonaudo & Sonzogni, 2000a; Hora, 2001 y 2003; Schvarzer, 2001; Regalsky, 2005; Bonaudo, 2006, entre muchos otros). En este contexto histórico-económico, las condiciones materiales contribuyen a la estructuración de las relaciones sociales; siendo el espacio el eje fundamental para la construcción de las mismas debido a que, como una clase de cultura material, puede determinar o influenciar en el comportamiento de los grupos sociales que los habitaron (Barrett, 1988; Delle et al., 2000 y Senatore 2004).

El trabajo presentado a continuación se asienta en esta hipótesis arqueo-histórica, pues Thomas Thomas se ajusta al modelo de empresario que durante las últimas décadas del siglo XIX diversificaron sus actividades económicas, invirtiendo no solo en su lugar de residencia sino en un espacio regional (Bonaudo et al., 1992; Fernández et al., 1999, Dalla Corte, 2009) puesto que dichas inversiones están directamente relacionadas con la ampliación de la red ferroviaria tanto en la Provincia de Santa Fe como en la de Córdoba, que produjo un cambio en el espacio social construyendo un inédito paisaje con nuevos espacios de habitación, de producción, de delimitación, etc.

Es así como en una primera etapa del artículo se analiza su contexto más inmediato, Colonia Carcarañá, espacio elegido para radicarse, establecer su familia y llevar adelante sus negocios y se estudia la transformación regional que abrió las puertas a inmigrantes y habilitó esta expansión capitalista. El segundo apartado, se enfoca especialmente en las actividades productivas de Thomas Thomas consecuentes a sus vínculos societarios; lo que permitió definir el potencial arqueológico de su desarrollo empresarial inserto en una red ferroviaria en desarrollo. Como cierre, se exponen algunas de las conclusiones que se infieren del presente trabajo.

CARCARAÑÁ, UNA INCIPIENTE COLONIA ESTRATÉGICAMENTE UBICADA

The Central Argentine Land Company Limited aplicó un nuevo sistema de reorganización territorial (*Township and Rang Land Surveying System*), que transformó las grandes e irregulares estancias coloniales preexistentes en concesiones rectangulares distribuidas regularmente a lo largo de la red ferroviaria del Ferrocarril Central Argentino (FCCA) (Figura 1); el mismo tomó de referencia al patrón de asentamiento aplicado en Estados Unidos (Martínez de San Vicente, 2003) desde fines del siglo XVIII para la venta y colonización de la tierra pública. En líneas generales se basó en la división de la tierra en municipios de 6 millas cuadradas denominados *township*, y a su vez éstos se subdividían en 36 secciones cuadradas de una milla

1 En la bibliografía relacionada donde se nombra a este empresario rural no es homogénea la manera de escribir su nombre (Thomas Thomas, Thomas Thomas o Tomás Thomas), por lo que en este artículo se toma de referencia los documentos judiciales consultados en el Archivo General de los Tribunales, Distrito Judicial Nro. 2 – Rosario, Santa Fe, Argentina.

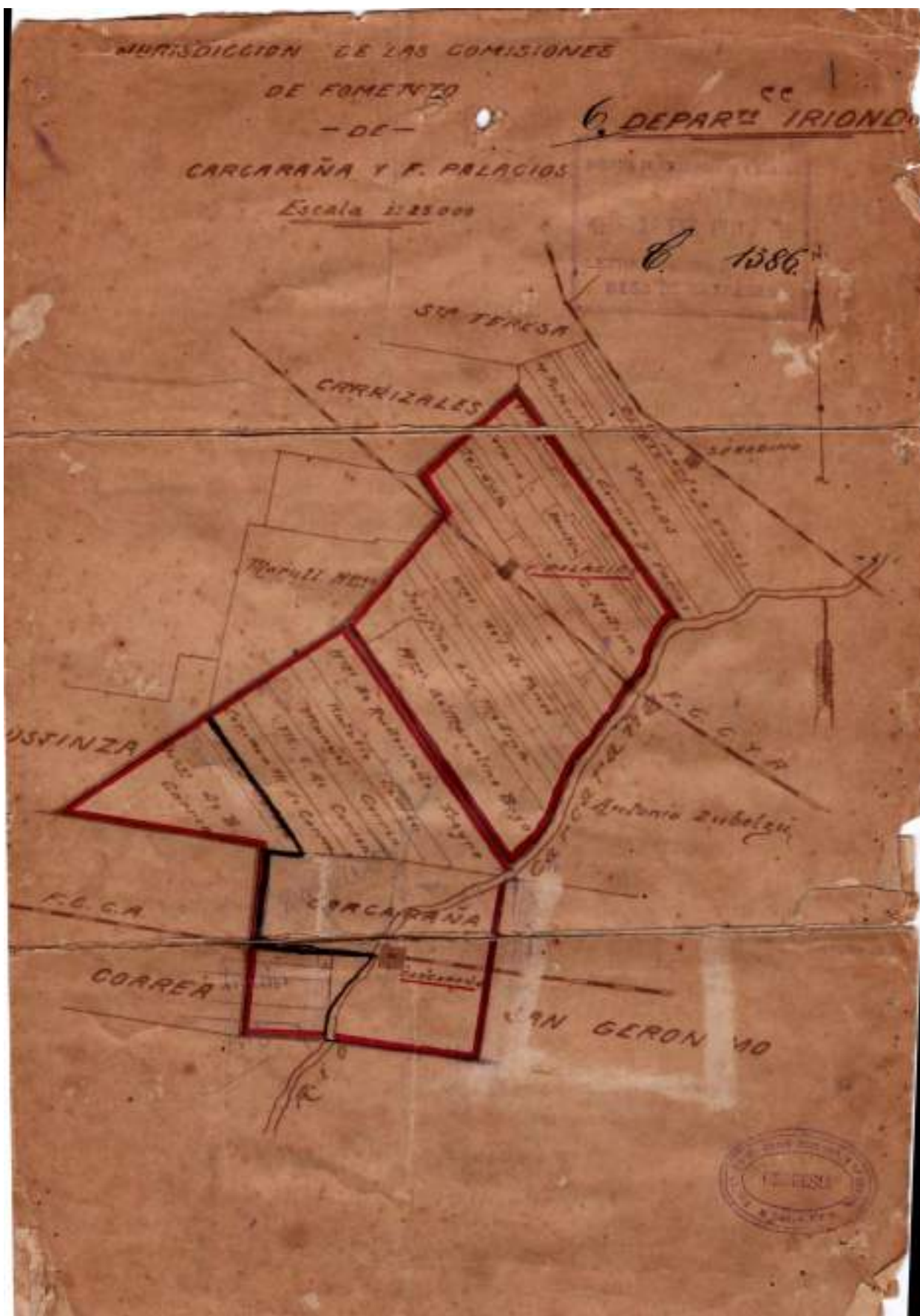


Figura 1: Antigua división de tierras al Norte de la localidad de Carcaraña previa al paso del ferrocarril, en la que las estancias contaban como uno de sus límites un curso de agua para su ganado (Dirección de Obras Públicas y Geodesia, Santa Fe, 1911)

de lado (Macguire Randall, comunicación personal, octubre 2015 y Wisconsin Department of Natural Resources, 2015). “The section can be further subdivided into quarter sections of 160 acres, which was the basic unit under the Homestead Act of 1862. Quarter sections can be divided into half-quarter sections of 80 acres or into quarter-quarter sections of 40 acres, etc.” (BML, 2002). Bajo el sistema de reconocimiento rectangular se pudieron describir y localizar fácilmente cualquier parcela de tierra, al no poder coexistir otra con la misma identificación (Figura 2).

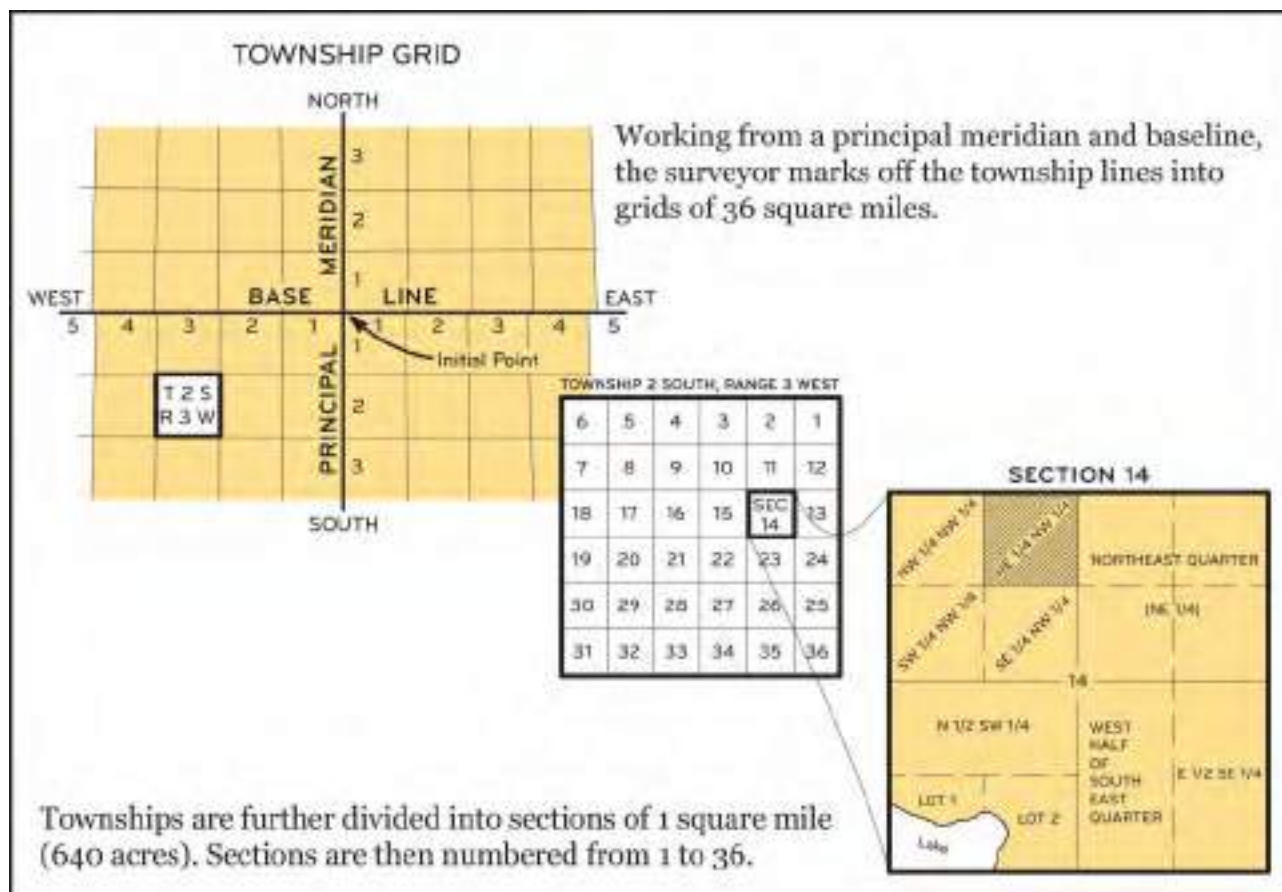


Figura 2: *Township and Range Land Surveying System*, proveyó límites bien definidos evitando disputas fronterizas muy comunes en períodos anteriores en donde las grandes extensiones de tierras no los tenían (Wisconsin Department Of Natural Resources, 2015)

A este nuevo sistema de fraccionamiento de tierras, moderno para la Argentina contemporánea, la compañía de tierras lo aplicó con algunas modificaciones al ser impuesto en una franja continua de terreno y no tipo damero en áreas diferenciadas como en Estados Unidos y en Canadá (Zalduendo, 1975). Es así como, a través de una especulación comercial, la preocupación de los inversores no residió en promover exclusivamente la emergencia de una pequeña o mediana propiedad agraria sino combinar modos de subdivisión que le permitió a la compañía maximizar los beneficios. De este modo, el nuevo sistema promovedor de una pequeña y media burguesía agraria convivió con las grandes extensiones (cuyo proceso de expropiación produjo presiones de los sectores sociales afectados), generadora de otras relaciones sociales como el peonazgo, el arrendamiento y/ o la mediería, o bien sus combinaciones (Bonaudo & Sonzogni, 2000b).

En los primeros años, tras la inauguración de la línea ferroviaria, se fundaron cuatro colonias agrícolas: Bernstadt, Carcarañá, Cañada de Gómez y Tortugas. Estaban compuestas de ocho secciones (cuatro a cada lado de las vías férreas) de una legua (Figura 3).

Cada colonia, planteada como unidad territorial, se componía de estas fracciones de una legua cuadrada, de un pueblo delineado, una estación de tren y una casa central de administración (Wilcken, 1873). Al ser fundadas bajo el sistema de colonización oficial estas casas centrales monopolizaron el comercio interno, pero proveyendo facilidades de vivienda, entrega de semillas, herramientas de trabajo al colono y a su familia (Zeballos, 1984 [1883]; Bonaudo & Sonzogni, 2000b; Gallo, 2004; Zeberio, 2007 y Dosztal, 2012). Mientras tanto, las obligaciones del colono se reducían a: trabajar su tierra, a saldar sus deudas, a cercar con zanja o de otra manera su concesión.

La primera de ellas, Bernstadt, a dos años de su formación contaba con 313 familias de agricultores y 72 de industriales. Ambos grupos de orígenes disímiles (suizas, francesas, alemanas, británicas, italianas, argentinas, españolas, vascas y chilenas). La compañía fundadora estableció un centro experimental denominado *quinta normal*, en este tipo de establecimiento se sembraban distintos tipos de semillas de cereales y árboles con el objeto de estudiar el proceso de crecimiento y adaptación de los cultivos (Wilcken, 1873).

Cañada de Gómez, estaba destinada originalmente a ser una colonia con una población preferentemente británica pero las trabas puestas desde sus países de origen (Wilcken, 1873) dadas a las tragedias vividas en estas tierras por sus coterráneos (Laborde -Córdoba 1865-, Colonia Alexandra -Santa Fe 1870-, Tandil -Buenos Aires 1872-, etc.) retrasa su constitución y hacia 1873 contaba con tan solo 319 habitantes de orígenes heterogéneos (argentinos en su mayoría, franceses, italianos, alemanes, suizos y españoles) (Coelho, 1874).



Figura 3. Plano (Wilcken, 1873) donde se detalla el nuevo fraccionamiento del terreno que permite observar la combinación de subdivisiones de concesiones (ver 17 y 21 de Cañada de Gómez), la ubicación de los centros urbanos conectados por el ferrocarril.

Tortugas ubicada al límite con la Provincia de Córdoba y a orillas del arroyo homónimo; recibió su primer contingente de inmigrantes en 1871, originarios de Lombardía y el Piamonte (Wilcken, 1873).

En el caso específico de colonia Carcarañá, la misma abarcó las secciones: 9; 10; 11 y 12 con 80 concesiones cada una de 49,53 cuadradas² o sea 29,13 hectáreas (has.), pero a los colonos se les otorgaron chacras más pequeñas de 20 o 25 cuadradas² que las familias, con algo de capital, ampliaron hasta cuatro.

Los terrenos de esta colonia eran altos y ondulantes, originalmente contó con dos estaciones, una a cada lado del río. El pueblo se limitó en un área de 200 cuadradas, y se ubicó en el lado Este del río. A su Oeste en el lote N. 56; legua N. 11, la Compañía formó una chacra modelo compuesta de 250 cuadradas de terreno regada por las aguas de la Cañada de Gómez, las cuales se estancaban por medio de diques de material (Wilcken, 1873).

En el trazado del área urbana la compañía planteó una retícula ortogonal asociada al urbanismo de tradición británica (Figura 4), en donde coexistieron las formas cuadradas y rectangulares de sus manzanas ya que el trazado viario establece un diseño general cuadrado y esos espacios se subdividen luego en dos manzanas rectangulares separados por un callejón de servicio (Capel, 2002), utilizado para el ingreso de vehículos y personal doméstico. Se genera, así, una forma de ciudad jardín con edificaciones aisladas rodeadas de vegetación.



FIGURA 4: Primer plano oficial del ejido urbano del pueblo de Carcarañá que data de 1902 (Servicio de Catastro e Información Territorial, Provincia de Santa Fe, Argentina)

Al momento del informe de Wilcken, colonia Carcarañá contaba con un año de existencia, con 168 concesiones de 20 cuadras cada una, arrendadas o vendidas y una población de 89 familias agricultoras y 13 familias industriales en el pueblo (Wilcken, 1873). Dos años después, el inspector de colonias Guillermo Coelho contabilizó una población de 386 habitantes (Coelho, 1874) (Tabla 1), siendo la población suiza la más numérica y, en 1886, Carrasco calculó la cantidad de 1650 personas. Para este período se posicionó como un floreciente centro productivo, industrial, comercial y de veraneo (Carrasco, 1886).

Tabla 1: Detalle de la población de la colonia discriminada por estado civil, edad, religión, nivel de instrucción y nacionalidad.

	ESTADO CIVIL		EDAD			LEE y ESCRIBE		RELIGIÓN	
	Casados	Solteros	Mayores de 15 años	de 6 a 15 años	Menores de 6 años	Si	No	Católicos	Protestantes
HOMBRES	72	56	10	78	8	240	146	220	166
MUJERES	66	1	11	45	18				

	NACIONALIDAD						
	Argentinos	Franceses	Italianos	Alemanes	Suizos	Espanoles	Ingleses
HOMBRES	22	72	54	9	215	4	10
MUJERES							

Cada familia poseía un buen surtido de palas, azadas, uno o dos arados rastrillos así como lo necesario para labrar la tierra y elaborar manteca y queso. Por su parte, la Compañía alquilaba la maquinaria de segar a un costo de seis a ocho pesos bolivianos la cuadra. A esto los colonos debieron sumarles el pago a los peones que cobrarían de ocho a diez reales bolivianos por jornada para recoger, emparvar y trillar la cosecha; y el costo del flete por el ferrocarril que desde Carcarañá era de \$f 2-25cts por tonelada de 100 arrobas (Wilcken, 1873).

En la segunda mitad de la década de 1870, los resultados de las cosechas (trigo, maíz, cebada, porotos, arvejas y papas) (Tabla 2) comenzaron a mejorar y permitieron a los colonos saldar muchas de sus deudas con la CALCo., y algunos productores se dedicaron, además, a fabricar manteca y queso que se comerciaron en el mercado de la ciudad de Rosario (Míguez, 1985).

Catorce años después del informe de Wlicken, el perfil profesional de 1012 habitantes mayores de quince años se complejizó; en el Censo de 1887 se identificaron aproximadamente 50 profesiones algunas de ellas ejercidas por hombres y mujeres y otras específicas para cada sexo. De todos modos, las actividades relacionadas con el agro prevalecieron, a saber, jornaleros (23,51%), seguido por agricultores (11,56%) y en tercer lugar comerciantes que solo representan el 3.65% de la población activa (Carrasco, 1888).

En los albores del siglo XX, Carcarañá se proyectaba para ser una ciudad con buenos y espaciosos hoteles, baños, molinos y hermosas quintas de recreo (Zeballos, 1984 [1883]). La industria agrícola estuvo representada por dos grandes molinos a vapor y otro de agua, a ellos se sumaron grandes almacenes para depósito de mercadería (trigos y frutos del país) (Carrasco, 1886). Convirtiéndose en el tiempo en el pueblo de moda de veraneo de la sociedad aristocrática de Rosario (La Capital, 1908a).

A la sazón, ¿cómo transformó el ferrocarril el espacio geográfico que surcó? Lo transformó generando comunicación ágil, articulación de subáreas, y urbanizándolo (Bonaudo et al., inédito), es decir, fraccionando las tierras, constituyendo unidades territoriales denominadas colonias con una determinada cantidad de leguas cada una, construyendo estaciones que se convierten en el nodo de sus avances, estableciendo administraciones encargadas de la gerencia de las colonias, y un ejido urbano que interactúa con las chacras rurales y desarrolla una industria agraria en manos de una nueva burguesía rural, de la cual Thomas Thomas formó parte y a continuación se analiza su accionar.

UN CASO DE ESTUDIO: THOMAS THOMAS Y EL POTENCIAL ARQUEOLÓGICO DE SU MODELO DE IMPLANTACIÓN MULTISECTORIAL

En este proceso de transformación productiva vivido en las tierras surcadas por el ferrocarril tuvo un papel central la burguesía agraria local que llevó adelante una experiencia empresarial la cual implicó la incorporación de nuevas prácticas productivas, nuevas tecnologías y mayores inversiones. En este contexto, se pudo ubicar a Thomas Thomas y sus asociados, quienes poseyeron grandes extensiones de tierras en la Provincia de Santa Fe y Córdoba, vieron en las mejoras productivas realizadas en ellas oportunidades económicas para conformar un entramado de relaciones que profundizó un proceso de mercantilización con posibilidades laborales que llevó a una creciente división y especialización social, en términos de consumidores, trabajadores, propietarios y comerciantes (Fernández et al., 1999).

En 1863, Thomas, arribó a la ciudad de Rosario para asistir a la construcción ferrocarril Rosario-Córdoba. En un primer momento, se asentó en dicha ciudad y en tan solo cinco años ya estableció sus primeros vínculos comerciales. En 1868, emprende una sociedad mercantil junto a Domingo Funes y Pedro L. Funes para establecer un negocio comercial denominado “Barraca y consignaciones”, ubicado sobre el río Paraná, siendo Thomas el director de la construcción del edificio donde habría de funcionar la empresa (Registro Público de Comercio, 1868).

Tabla 2: Síntesis el estado situación a nivel productivo de Colonia Carcarañá en 1874

	SEMILLAS		PLANTÍOS	ANIMALES		INSTRUMENTOS DE TRABAJO
	SIEMBRAS (has.)	COSECHAS (KG.)		LABOR	CONSUMO	
TRIGO	897	157.900				
MAÍZ	983	477.000				
CEBADA	13	3.892				
POROTOS	25	12.970				
ARVEJAS	8	3				
PAPAS	101	12				
OTRAS	118					
ARROBAS DE ALFALFA		1.500				
PARRAS			500 pies			
FRUTALES			1.500.000			
LEÑA			500.000			
BUEYES				360		
CABALLOS				216		
MULAS				6		
VACA LECHE-RA					105	
VACUNOS					155	
CERDOS					319	
SEGADORAS						12
DESTERRONADORES						3
VENTILADORES						7
RASTRAS						88
ARADOS						118
EXTRANJEROS						
CARROS 4 RUEDAS						8
CARRETAS y						64
CARRETILLAS						

Sus inversiones en tierras fueron, en un primer momento, de la mano con el avance de la línea férrea y luego se diversificaron. Entre 1864 y 1869 compró unas 27.972 has de campo en el departamento Unión, Provincia de Córdoba (Rojas de Villafañe, 1976); época que coincide con la ubicación en Fraile Muerto (Bell Ville) del curso de la construcción del FCCA y una década después su patrimonio ascendió a 54.495 has en los departamentos del sureste de dicha provincia. Durante el mismo período adquirió, además, en sectores específicos de la Provincia de Santa Fe: en el centro oeste (actual departamento San Martín) 30.180 has y en los contornos de su lugar de residencia (Carcarañá) 1.147 has (Tabla 3).

TABLA 3: Detalles de las tierras que Thomas Thomas va comprando individualmente o en sociedad en la provincia de Santa Fe y Córdoba en la segunda mitad del siglo XIX

TIPO DE TIERRAS	DETALLE	SUPERFICIE (Has.)	FECHA DE COMPRA	VALOR DE COMPRA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ESTRATEGIA DE COMPRA	FECHA DE VENTA	VALOR DE VENTA
SUERTES	N°70	10.824	1866	\$ 3.640	Entre los actuales pueblos de Ordoñez y Laborde. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
	N°75	10.824	1866	3.640 pesos plata	Actual pueblo de Pascanas. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
	N°30	11.022	1866	\$ 3.000	Actual pueblo de Wenceslao Escalante. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
	N°100	196	1866-1869		Departamento Unión. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
	N°51	19.208	1866	6.320 m\$	Departamento San Gerónimo. Santa Fe.	Establecimiento Rural ganadero	1899	229.682m\$
	N°43	5.573	Década de 1870		Piamonte. San Gerónimo. Provincia Santa Fe.	Colonia Normanda: colonización	1899	57.950m\$
	N°52	5.399	1881		Departamento San Gerónimo. Santa Fe.	Colonia Thomas: colonización	1899	69.929m\$
	en sociedad con James Lloyd (administrador CALCo.	5.010	1869	Permuta con el Fisco	Bell Ville. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
FRACCIONES DE	en sociedad con James Lloyd (administrador CALCo.	1.875	1868		alrededores de Bell Ville. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
CAMPO	Estancia Fraile Muerto en sociedad con Luis Chapeaurouge	1.449	Década de 1870		Bell Ville. Córdoba.	Tierras para labranza (maíz y trigo)		
	Lote N°8 y 22 Merced Arrascaeta	13.295	1888		Cavanagh. Marcos Juarez. Córdoba.	Tierras para labranza y colonización		
CONSESIONES	N°8 legua 3	33	Década de 1870		Roldán. Santa Fe.	Inversión Inmobiliaria	1899	3.350m\$
CALCO.	N°8 legua 12	33	1872		Carcarañá. Santa Fe.	Inversión Inmobiliaria		
	Residencia familiar	10	1875		Carcarañá. Santa Fe.	Residencia definitiva	1908	
ESTABLECIMIENTO	Molino	9	1875		Carcarañá. Santa Fe.	Procesamiento de harina para comercialización	1908	150.000 oro sellado
MANUFACTURERO	Tambo	1.075	1875		Carcarañá. Santa Fe.	Ordeño y producción de leche cruda	1908	
	Cremería	20	1875		Carcarañá. Santa Fe.	Producción y comercialización	1908	
TOTAL de Has.		85.855						

El reparto de las tierras muestra el comportamiento de inversión de los productores agrícolas de la época, es decir, poseer una serie de campos de tamaño variable distribuidos en diferentes lugares (Sábato, 1988), con la intención especulativa de obtener ganancias del cambio valorativo de las mismas por la mera sospecha de su posible construcción de una vía férrea o su real incorporación a la red ferroviarias (Figura 5). Así como también, para evitar pérdidas por malas cosechas que podrían sucederse en ciertas zonas geográficas pero en otras no.

Este croquis muestra que a un poco más de 20 años de sus últimas inversiones (si se tiene en cuenta que fallece repentinamente en 1892) el ferrocarril surcaría en todas las zonas de inversión. Esta situación le permitió a sus herederos venderlas a precio mucho mayor que el pagado al momento de la compra.

Como parte de una burguesía que se especializó en la actividad rural, como se dijo anteriormente, Thomas trabajó en sociedad para mejorar y concentrar sus inversiones en prácticas agronómicas como lo demostró la composición de su patrimonio. Esta nueva burguesía agro-manufacturera (Hora, 2003) estuvo unida por un interés colectivo en la normalización de la producción agraria, y fundó sus simientes en la defensa de bajos impuestos, buenos servicios de transporte, políticas eficientes y abiertas a nuevos mercados de inversión.

Thomas Thomas, Allanson Hall, Stephen Füller y Henry Hill constituyeron en 1875 la razón social “Hill, Füller y Cia”, esta sociedad figura como propietaria de dos terrenos a ambos márgenes del río Carcarañá (Álvarez, 2001) lo que le permitió construir una represa que proveería de la energía necesaria para movilizar las cinco ruedas de molienda y los 30 cilindros del Molino hidráulico que inmediatamente construyeron. El valor de esta propiedad, estimado por Carrasco (1888) fue de \$ moneda nacional de \$475.000, desglosada en: edificios y terreno \$100.000, máquinas y útiles \$75.000, granos, harina y productos \$300.000. Contó en 1887 con 49 empleados de diferenciada procedencia (estadounidenses, colombianos, chilenos, italianos, alemanes, suizos, ingleses y argentinos) que desempeñaron diferentes actividades como peones, oficiales, primeros y segundo molinero, jornaleros, lavaderos, curadores y jornaleros (Carrasco, 1887).

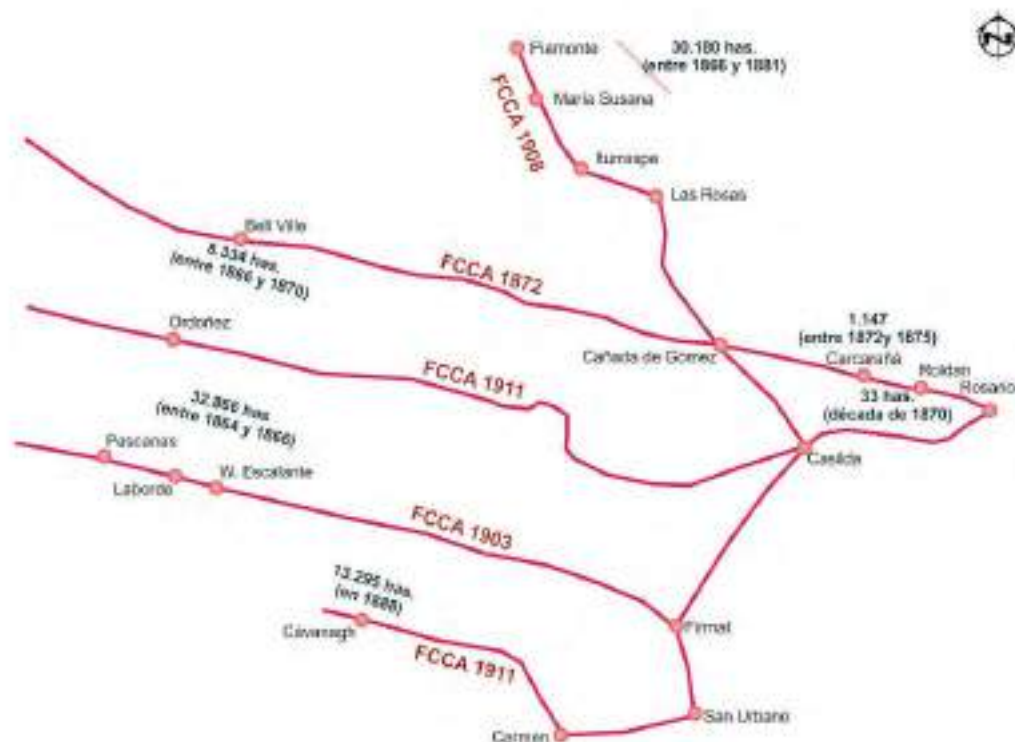


FIGURA 5: Estrategia de compra de fracciones de campo vinculadas al paso de distintas líneas férreas que articulaban la producción con los centros principales de comercialización

La publicación del diario La Capital del remate de venta realizado en 1908 enfatiza sus características y beneficios:

El molino Carcarañá: El domingo 3 de mayo a la 1 p.m. sobre el mismo en Carcarañá F.C.C.A. Liquidación sin base, de este grandioso y notable establecimiento, cuya fama es bien conocida y con justa razón considerado el más grande y sólido de Sud América. Su enorme fuerza motriz, de que está dotado, por el río Carcarañá, lo hace apto para la explotación de cualquier industria o varias a la vez. [...] “\$ 95.000 gratis por año. Esta suma representa el costo de combustible que se economiza anualmente, debido a las grandes turbinas que tiene instaladas y con las que se utilizan las corrientes del caudaloso río Carcarañá, que ponen en movimiento las poderosas maquinarias del conocido “Molino Carcarañá (La Capital, 1908b).

El molino harinero hizo posible no exportar la totalidad del trigo sino reservar el suficiente para producir harina para el consumo interno y plantear así la posibilidad de exportación de un bien primario con agregado de valor.

No obstante de estar radicado en Carcarañá, sus vínculos comerciales/financieros con la ciudad de Rosario lo impulsaron a comprar un aserradero a vapor y participar en la fundación de dos compañías anónimas: “Graneros y Muelles de Rosario” y “Ferro Carril Oeste Santafesino”.

Compró el aserradero a Augusto de la Riestra el 6 de abril de 1876, el mismo se situó en la calle San Lorenzo 148 de la ciudad de Rosario. Consistente en las máquinas y enseres que se hallan en el inventario y tasación practicada por el perito Don Román Hobart, en 1500 pesos fuertes en oro sellado (Expedientes Civiles, 1877).

De “Graneros y Muelles de Rosario” fue socio fundador con una participación de 40 acciones junto a Carlos Casado, Henry B. Coffin, con su ya socio Allason Hall, entre otros. Esta empresa, puerta de salida de la producción agropecuaria de las colonias del Central Argentino y región, se fundó para recibir trigo y otros granos o cereales o frutas para limpiarlos, clasificarlos, venderlos, embarcarlos y comercializarlos según orden de los interesados (Registro Público de Comercio, 1879).

El Ferro Carril Oeste Santafesino [sic], cuyo objeto fue la construcción y explotación de un camino de hierro que partiera de la ciudad de Rosario y, en una primera etapa, llegara a Colonia Candelaria, promovería la colonización y expansión de la explotación agropecuaria a través de un emprendimiento con una gran participación de capitales locales (Bonaudo et al., inédito). Este es el caso de Thomas Thomas, que formó parte del directorio, junto a José Otero, Eugenio Pérez, Carlos Blyth y Andrés Loizaga (Registro Público de Comercio, 1882). Con éste último continuó como director titular por el período 1883-1886 (Directorio del Ferro-carril Oeste Santafecino, 1886; Dalla Corte, 2009). Su construcción dio como resultado la formación de casi cincuenta colonias que usufructuaron su servicio y que abarcaron una región de 300.000 has (Bonaudo & Sonzogni, 1998).

En Carcarañá, edificó una cremería junto con Latham Hall con la marca comercial “Cremería de Carcarañá”, bajo la dirección de Oliver Cromwell James, “sobre la barranca del Río Carcarañá y de una construcción sólida, de dos pisos, y con el frente hacia el pueblo, con mayor elevación del lado del río” (Anales de la Sociedad Rural, 1895). Hacia 1886, Thomas y James, innovaron tecnológicamente incorporando el uso de una *centrifugal separator* que les permitiría separar la leche de la crema sin tener que dejar que la leche repose durante un tiempo, y el riesgo de que se agrie (Álvarez 2001); “el establecimiento produce quesos, manteca, hielo, jamones, tocino, grasa de cerdo, etc., etc., y es dirigido por el señor Oliver C. James, que ha hecho conocer sus productos -especialmente el queso Carcarañá- en todas partes de la República” (Brandt y Pommerenke, 1901). En la misma época, Frank Bicknell del departamento de agricultura de Estados Unidos, visitó el establecimiento y reporta que del rodeo de Jerseys de buena calidad que la cremería poseía, se ordeñaban unas 250 vacas por día, algunas de las cuales rendían hasta 20 litros diarios de leche con un 6% de crema. Además, llamó su atención, que en Argentina la raza jersey no era popular porque proporcionaba poca carne por lo que era considerada por importantes estancieros o criadores como “*an expensive luxury*” (Bicknell, 1903). La cremería fue provista por la leche de las 1600 vacas jersey del tambo que

Thomas poseía en un campo de 1.075 hectáreas, ubicado en las cercanías y por la leche de vacas de propietarios de la ciudad así como de colonias vecinas.

Este tambo modelo contaba con hacienda distribuida en potreros con pastos abundantes y en cada uno se ubicaba un galpón de buenas dimensiones para el ordeño, casas para las familias de los lecheros y grandes sembradíos de alfalfa para el pastoreo. El campo estuvo dividido en potreros de 20 y 30 cuadras, sembrados de alfalfa unos y de pasto tierno otros, numerosos edificios en material (La Capital, 1908c).

Como se observa en el planteo general de las actividades mercantiles de Thomas, su estrategia fue asociarse a otros empresarios al momento de llevar adelante un emprendimiento comercial e invertir en tierras preferentemente solo. Como parte de un grupo social multisectorial llevó adelante una articulación vertical de la producción que implicó la obtención de materia prima, su procesamiento, transporte y comercialización (Sábato, 1988). Colocando en un mismo plano la tenencia de tierras y el manejo de actividades comerciales y financieras, Thomas, emergió como parte de la clase dominante gracias a sus habilidades para disponer, con su alto grado de concentración, del control conjunto de esas actividades económicas.

Antes de su muerte en 1892, su especialización en la actividad rural combinó decenas de miles de hectáreas de tierras fértiles, que se valorizan con el tiempo y rindieron ingresos crecientes con una agroindustria en expansión, directamente relacionada con una ubicación geográfica con ideal conexión con el resto del país, gracias a la expansión de las líneas férreas del Central Argentino.

A modo introductorio, la sistematización del potencial arqueológico de este conjunto de bienes patrimonializables es establecido por la a interacción de cuatro factores principales asociados a su emplazamiento: vinculación con puntos de tránsitos, con elementos naturales visibles y significativos, con otros constructivos y con espacios sociales y hábitats de su propietario (Criado Boado, 1993a). Entonces a continuación se establecerá la distribución geográfica del registro material agroindustrial asociado a Thomas que está compuesto por los terrenos donde se erigieron: el molino harinero (1875-act.), la cremería (1880-1988, edificio en ruinas), el casco del campo donde funcionó el tambo (1880-act., refuncionalizado en Hogar Granja) y de su futuro estudio se podrá obtener información original de carácter sociocultural y socioeconómico que derivan de situaciones de la vida social del empresario rural y su entorno si es sumada la residencia familiar (Figura 6).



Figura 6. Distribución geográfica de los componentes del complejo agroindustrial (A. Molino harinero, B. Cremería, C. Tambo) y (D) la residencia

Thomas en su contexto social y natural.

El emplazamiento de los constructivos muestra una lógica en su distribución geográfica que permitía un circuito eficiente de producción (extracción o producción de los recursos naturales, transporte de los recursos, su industrialización, y transporte para comercialización y /o exportación). Como se observa en la imagen anterior los tres centros productivos (A-Molino, B-Cremería y C-Tambo) del emprendimiento empresarial estaban ubicados en las inmediaciones de las vías férreas que transportaban tanto la materia prima como sus derivados a los principales centros comerciales; estaban vinculados al principal curso fluvial de la región (río Carcarañá) que suministraba de energía al molino, de agua al ganado del tambo como la necesaria para la producción láctea; a su vez se vinculaban entre ellos ya que componen un centro productivo que funcionó en simultáneo y solidariamente. Por último, la casa familiar se encontraba ubicada estratégicamente en el centro del polo industrial. En conjunto conforman un paisaje industrial, al estar sus procesos de producción de una u otra manera relacionados entre sí. Este paisaje está compuesto por relictos de diferente visibilidad y potencialidad de intervención arqueológica; el molino por su parte fue modernizado con el pasar de los años pero cuenta con el edificio original y el tajamar que le proveía la energía hidráulica lo que permitiría llevar adelante un estudio sobre la evolución tecnológica del procesamiento del trigo; además del estudio patrimonial del recinto abandonado de la cremería, sería posible a través del estudio de su producción (quesos Carcarañá, La Leonesa, Los Andes, Neuquén, y mantecas La Suiza y Suipacha) conocer los cambios en el mercado y consumo en la región ya que se distribuía en gran parte de los almacenes del país utilizando los ramales del ferrocarril Central Argentino; el tambo proveedor de la materia prima utilizada en la cremería combina historia de la producción lechera y vida cotidiana pues la familia Thomas utilizaban el casco principal como segundo espacio residencial.

Por lo tanto, esta modificación histórico-social del territorio es estudiada en sentido diacrónico, es decir, como una serie de construcciones que se suceden unas a otras y caracterizan sociedades diferentes (Criado Boado, 1993b); que comienza con la expropiación de propiedades coloniales sin límites evidentes, que luego fue subdividida de un modo racional delimitadas por cercos vivos o alambrados con la finalidad de reproducción una nueva formación económica-social: el capitalismo. Esto llevó a su explotación intensiva y al desarrollo de emprendimientos agroindustriales de mano de una incipiente burguesía rural. La identificación del patrimonio industrial que dejó la huella en el paisaje y la memoria colectiva propicia el reconocimiento de la historia y la cultura de los territorios pues fueron generadores de una forma de vida y de trabajo pasados.

CONCLUSIÓN

A lo largo de este artículo, se estableció que el tendido ferroviario que unió la ciudad portuaria de Rosario con Córdoba, generó una nueva organización territorial que, sobre la matriz de paisajes rurales preexistentes, se caracterizó por la aplicación de una cierta racionalidad en su división tanto a escala doméstica como a escala regional. Es así como la colonización de esta área combinó una operación de tendido ferroviario y una operación de venta de tierras: *The Central Argentine Railway* y *The Central Argentine Land Company* (CALCo.). Esta última fue para la época la compañía monopólica que administró el espacio continuo de tierras lindantes a los 396 km de rieles. Se trataron de 346.727 hectáreas, que comenzó a vender secciones casi de inmediato con la obligación de colonizarlas y llevó adelante estudios para el asentamiento y explotación agrícola de la región (Hadfield, 2013 [1877]). Esta expropiación de parte de los campos a los grandes terratenientes y luego cedida a la compañía londinense le permitió al gobierno santafesino consolidar políticas inmigratorias y colonizadoras, modificando radicalmente las relaciones productivas. Es así como, el proyecto estatal y privado destinado a la fundación de colonias agrícolas pobladas por productores agropecuarios tuvo como principal objetivo esa transformación territorial emparentada a la

modernización del sistema de transporte y, por ende, de comunicación de los pueblos y ciudades preexistentes con los nuevos centros de producción y poblamiento.

En este contexto, el estudio de las inversiones realizadas por Thomas Thomas, como parte de la burguesía agraria local, permite entender que la incorporación de nuevas prácticas productivas de la mano de innovación tecnológica respondió a los desafíos que planteó la construcción de una red ferroviaria y cuyos beneficios ya los había observado en su Gran Bretaña natal. Esta transformación refleja un contexto socio-cultural que dejó huellas (intencionalmente o no) en el terreno a través de prácticas económicas y sociales. En el primer grupo se ubica su emprendimiento empresarial cuyo resultado fue un innovador sistema de extracción y procesamiento de la materia prima y en el segundo su residencia familiar donde se llevó adelante un uso doméstico del espacio nunca antes desarrollado en la región y su efecto fue el descarte de bienes de uso y consumo derivados de la moderna formación económica-social.

El espacio local, colonia Carcarañá, funcionó como sede de un accionar productivo a nivel regional a partir del cual construye un entramado de relaciones económicas y sociales que le permitieron acumular un capital que fue invertido y reinvertido en diferentes desarrollos empresariales.

Durante el desarrollo de este trabajo, se observó como con el paso del tiempo fue incorporando mayor complejidad y dinamismo en sus inversiones, las cuales en un principio estuvieron dirigidas a la compra de grandes extensiones de tierra cuya producción agropecuaria le permitió generar el capital necesario para extenderse a hacia la industria procesadora de dicha materia prima. Las decisiones que tomó denotan el optimismo de la época en la que el progreso parece ilimitado: ferrocarril, subdivisión de tierras, colonias y urbanización floreciente.

Por lo tanto, los elementos aquí presentados permiten apreciar la complejidad del proceso productivo que atraviesa a miembros de la burguesía local –como a Thomas y sus asociados- consecuencia de los cambios en la forma de ocupación y tenencia de la tierra.

Agradecimientos

Agradezco a Marta Bonaudo por su dedicación, consejos y enseñanzas que me permiten estudiar y analizar el contexto histórico que condiciona el origen y desarrollo de los sitios arqueológicos asociados a la obra de este empresario rural. A Ana María Rocchietti por brindarme las herramientas para el estudio e interpretación de estos sitios arqueo-históricos cuya cultura material está asociada al modo de producción capitalista.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, Gerardo. "Al encuentro del Carcarañá Perdido en torno a Thomas Thomas sus Emprendimientos y su Sepulcro". *Ecos de Carcarañá*, Carcarañá, Santa Fe, Argentina, 2001.
- ANALES DE LA SOCIEDAD RURAL. Volumen XXX. N°6. Director Juan José Ezeiza, Argentina, 1895.
- BARRETT, John. "Contextual Archaeology" *Antiquity* 61, pp. 468-73, 1987.
- BICKNELL, Frank. The Animal Industry of Argentine. Bureau of Animal Industry. Bulletin N°48. U.S. Department of Agriculture. Washington. United States, 1903.
- DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y GEODESIA. Santa Fe. 1911
- BML, SURVEYING OUR PUBLIC LAND. U. S. Department of the Interior Bureau of Land Management. United States. 2002.
- BONAUDO, Marta, CRAGNOLINO, Silvia & SONZOGNI, Elida. "Poblamiento y desarrollo económico: tres experiencias de los 80" *Revista De Historia*, vol. 3 pp. 3-26, 1992.
- BONAUDO, Marta & SONZOGNI, Elida. "Empresarios y poder político en el espacio santafesino (1860-1890). Carlos Casado y su estrategia de acumulación" *Historia y Grafía*; vol. 11 pp. 39- 64, 1998.
- BONAUDO, Marta & SONZOGNI, Elida. "Conflicto y armonías. Estado y fracciones burguesas en la realidad santafesina" *Revista Travesía Historia Económica y Social*, vol. 5 pp. 7-28, 2000a.
- BONAUDO, Marta & SONZOGNI, Elida. "Cuando disciplinar fue ocupar (Santa Fe, 1850-90)". *Mundo Agrario. Revista de estudios rurales*, vol. 1, pp. 0-0, 2000b
- BONAUDO, Marta. "La historia rural pensada desde una periferia" en Gelman Jorge (comp.) *La historia económica argentina en la encrucijada: Balances y perspectivas*. Buenos Aires: Prometeo, pp. 231-246, 2006.
- BONAUDO, Marta, SONZOGNI Elida, CRAGNOLINO, Silvia & ALBAIZETA, María Elena. E. inédito. "La política ferroviaria y su impacto en la construcción de mercados. El centro-sur santafesino en la segunda mitad del siglo XIX". Biblioteca del CESOR (ISHIR-CONICET). Rosario, Santa Fe, Argentina
- BRANDT, Ernesto & POMMERENKE, Guillermo. *La Provincia de Santa Fe. En el Principio del Siglo XX*. Compilado bajo los Auspicios de la Sociedad Rural Santafecina, del Rosario. Compañía Sud-Americana de Billetes de Banco, Buenos Aires, 1901.
- CAPEL, Horacio. *La Morfología de las Ciudades. Tomo 1. Sociedad, Cultura y Paisaje Urbano*, Estrella Polar, Ediciones del Serbal, España, 2002.
- CARRASCO, Gabriel. *Descripción Geográfica y Estadística de la Provincia de Santa-Fé*. Cuarta Edición. Corregida, aumentada é ilustrada con planos, vistas y cuadros gráficos. Stiller & Laass. Buenos Aires. Argentina, 1886.
- CARRASCO, Gabriel. Padrones con Información Nominativa. Primer Censo General de la Provincia de Santa Fe. <https://www.santafe.gov.ar/censo1887/censo.php>, 1887.
- CARRASCO, Gabriel. *Primer Censo General de la Provincia de Santa Fé. Libros IX á XI, Sinopsis Física, Política, Administrativa é Histórica*. Imprenta y Encuadernación de Jacobo Peuser. Buenos Aires, 1888.
- COELHO, Guillermo. *Memorias sobre Colonias*. Provincia de Santa Fe. Archivo General de la Provincia.
- CRIADO BOADO, Felipe. "Límites y posibilidades de la Arqueología del Paisaje" SPAL 2, pp. 9–55, 1874, 1993a.
- CRIADO BOADO, Felipe. "Visibilidad e interpretación del registro arqueológico" *Trabajos de Prehistoria* 50 pp. 39–56,

1993b.

- DALLA CORTE, Gabriela. *Lealtades firmes. Redes sociales y empresas: Carlos Casado, S. A. entre la Argentina y el Chaco Paraguayo (1860-1940)*, CSIC, Madrid, 2009.
- DAMUS, Sylvester. *Who was who in Argentine Railways 1860-1960*. DIA Agency, Inc. Ottawa, Ontario, Canadá, 2008.
- DELLE, James. A., MROZOWSKI, Stephen. A. & PAYNTER, Robert. *Lines that Divide: Historical Archaeologies of Race, Class, and Gender*. University of Tennessee Press, Knoxville, 2000.
- DOSZTAL, Irene. "Tras los Pasos de la Colonización: Arqueología en el Predio Administrativo de Alexandra's Colony, 1870. Alejandra. Santa Fe". *Revista Sociedades de Paisajes Áridos y Semiáridos*, Revista Científica del Laboratorio de Arqueología y Etnohistoria de la Facultad de Ciencias Humanas - Universidad Nacional de Río Cuarto, pp. 17-27, 2012.
- EXPEDIENTES CIVILES. Legajo 50. Expediente 84. Biblioteca y Archivos del Museo Histórico Provincial Dr. Julio Marc, 1877.
- FERNÁNDEZ, Sandra, PONS, Adriana & VIDELA, Oscar. "Las burguesías regionales" en Marta Bonaudo (ed.) *Nueva Historia Argentina. Liberalismo, Estado y Orden Burgués (1852-1880)*. Buenos Aires, Editorial Sudamericana, pp. 423-479, 1999.
- GALLO, Ezequiel. *La pampa gringa. La colonización agrícola en Santa Fe (1870-1895)*. Edhasa. Buenos Aires, 2004.
- HADFIELD, William. *Brazil and the River Plate 1870-76*. Forgotten Books. London, 2013 [1877].
- HORA, Roy. "Terratenientes, industriales y clase dominante en la Argentina: respuesta a una crítica" *Desarrollo Económico*, IDES 161, pp. 127-138, 2001.
- HORA, Roy. "Empresarios rurales y política en la Argentina, 1880-1916" wn H. Sábato, y A. Lettieri (comp.) *La vida política en la Argentina del siglo XIX. Armas, votos y voces*. Fondo de Cultura Económica Argentina, S. A. pp.293-310, 2003.
- LA CAPITAL. *Precioso Palacete y quinta sobre el río Carcarañá*. Rosario. Santa Fe, 1908a.
- LA CAPITAL. *El Molino Carcarañá*. Rosario. Santa Fe, 1908b.
- LA CAPITAL. *Los notables campos de la Cremería Carcarañá*. Rosario. Santa Fe, 1908c.
- MARTÍNEZ DE SAN VICENTE, Inés. "Las Colonias Ferroviaria de la CALCo. Apuntes para una rehabilitación del paisaje ferroviario" en B. Cerutti, y B. Ponzini (comp.) *IV Seminario Internacional: El Patrimonio de la Industria, la infraestructura de servicios y el transporte. Revalorización crítica y perspectiva de rehabilitación*. Sede de Gobierno de la Universidad, Secretaría de Cultura, pp. 173-198, 2003.
- MIGUEZ, Eduardo. *Las Tierras de los Ingleses en la Argentina (1870-1914)*. Editorial de Belgrano. Buenos Aires, Argentina, 1985.
- REGALSKY, Andrés. "Financistas, empresarios, y clase dominante en la Argentina antes de 1930. Algunas reflexiones críticas", *Ciclos, TIRA*, vol. 15 (30), pp. 273-286, 2005.
- REGISTRO PÚBLICO DE COMERCIO. Contrato Social en Contratos Tomo1. Archivo Palacio de Tribunales. Rosario. Santa Fe. Argentina. 1868.
- REGISTRO PÚBLICO DE COMERCIO. Estatutos de la compañía anónima "Graneros y Muelles del Rosario" en Contrato Tomo 1. Archivo Palacio de Tribunales. Rosario. Santa Fe. Argentina. 1879.
- REGISTRO PÚBLICO DE COMERCIO. Estatutos de la Compañía Anónima Ferro Carril Oeste Santafesino en Contrato 1882-1888 Tomo 2. Archivo Palacio de Tribunales. Rosario. Santa Fe. Argentina. 1882.

- ROJAS DE VILLAFANE, Emilio. *La Economía de Córdoba en el Siglo XIX. Y su Relación con el Tiempo Presente. La Misión Histórica de Córdoba*. Publicación Banco Provincia, Argentina, 1976.
- SÁBATO, Jorge. *La clase dominante en la Argentina moderna. Formación y características*. CISEA, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, Argentina, 1988.
- SCHVARZER, Jorge. “Terratenientes, industriales y clase dominante en el ya antiguo debate sobre el desarrollo argentino”, *Desarrollo Económico, IDUS* 161, pp. 121-126, 2001.
- SENATORE, María Ximena. “Discursos ilustrados y sociedad moderna en las Colonias Españolas de Patagonia (siglo XVIII)” en Funari, P. P. y A. Zarankin (comp.) *Arqueología Histórica en América del Sur. Los desafíos del siglo XIX*. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, Centro de Estudios Socioculturales e Internacionales, Ediciones Uniandes, pp.31-56, 2004.
- SERVICIO DE CATASTRO E INFORMACIÓN TERRITORIAL. Provincia de Santa Fe, Argentina, 1902.
- WILCKEN, Guillermo. *Las Colonias. Informe sobre el estado actual de las colonias agrícolas de la República Argentina*. Presentado a la Comisión Central de Inmigraciones. Buenos Aires, 1873.
- WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES. Tutorial on the Public Land Survey System Descriptions. 2015.
- ZALDUENDO, Eduardo. *Libras y Rieles*, Editorial El coloquio, Buenos Aires, 1975.
- ZEBALLOS, Estanislao. *La Región del Trigo*. Hyspamérica Ediciones Argentina. S. A. España, 1984 [1883].
- ZEBERIO, Blanco. “Un mundo rural en cambio” en M. BONAUDO (dirección de tomo) *Nueva Historia Argentina, Liberalismo, Estado y Orden Burgués (1852-1880)*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana, vol. 4, pp.293-362, 2007.

Recibido em: 24/02/2018
Aprovado em: 18/04/2018
Publicado em: 30/11/2018

**UM URBANO PRA LÁ DE RURAL: AS PARTICULARIDADES POLÍTICAS,
HISTÓRICAS E CULTURAIS QUE TRANSFORMARAM CAMPO GRANDE DE
ARRAIAL A CAPITAL**

*UM URBANO PRA LÁ DE RURAL: THE POLITICAL, HISTORICAL AND
CULTURAL PARTICULARITIES THAT MADE CAMPO GRANDE OF ARRAIAL TO
A CAPITAL*

Daniel Attianesi

Guilherme RodriguesPassamani

Como citar este artigo:

ATTIANESI, Daniel; PASSAMANI, Guilherme R. Um urbano pra lá de rural: as particularidades políticas, históricas e culturais que transformaram Campo Grande de arraial a capital. In: *Cadernos do Lepaaraq*, v. XV, n.30., p. 56-68, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



ICH | INSTITUTO DE
CIÊNCIAS
HUMANAS
UFRJ



Um urbano pra lá de rural: as particularidades políticas, históricas e culturais que transformaram Campo Grande de arraial a capital

Daniel Attianesi^a

Guilherme Rodrigues Passamani^b

Resumo: Ao pensar sobre a cidade de Campo Grande, estamos pensando em nexos constitutivos da própria realidade de diversas cidades brasileiras e do próprio Estado de Mato Grosso do Sul, cuja capital política e administrativa possui como sede o município de Campo Grande. Este artigo realizará uma análise da história de Campo Grande de forma a pensar a questão da relação entre rural e urbano. Dessa forma, buscamos três momentos específicos dessa história: o primeiro sendo a formação de uma identidade cultural sul-mato-grossense entre os anos de 1932 a 1934, o segundo será pensar o momento de urbanização da cidade nos anos de 1960-1970 e, no último, iremos pensar a relação que a cidade possui atualmente com seus habitantes.

Abstract: When thinking about the City of Campo Grande, we are thinking in constitutive links with the reality of many Brazilian cities and with the very State of Mato Grosso do Sul, whose political and administrative capital is based in the City of Campo Grande. This article's will analyze the history of Campo Grande in order to think about the relationship between rural and urban. In this way, we look for three specific moments of this history: the first one being the formation of a cultural identity of the people of Mato Grosso do Sul from 1932 to 1934; The second is to think about the moment of the city's urbanization in the years 1960-1970 and the latter we'll think about the relationship that the city currently has with its inhabitants.

Palavras Chave:

Campo Grande; Cidade; Mato Grosso do Sul; Antropologia Urbana.

Keywords:

Campo Grande; City; Mato Grosso do Sul; Urban Anthropology.

^a Licenciado em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil; mestrando em Antropologia Social pelo Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PPGAS/UFMS), Brasil. Bolsista pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), Brasil; Pesquisador do Núcleo de Estudos Néstor Perlongher – Cidade, Geração e Sexualidade da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (NENP/UFMS), Brasil. Email: danielattianesi@gmail.com.

^b Doutor em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil. Professor do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PPGAS/UFMS), Brasil. Coordenador do Núcleo de Estudos Néstor Perlongher – Cidade, Geração e Sexualidade da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (NENP/UFMS), Brasil.

“Campo Grande é a primeira cidade mato-grossense que vamos ver com algum vagar.

Começaram as surpresas! Naquela distância de São Paulo, e depois de atravessada uma zona extensíssima de campos e florestas sem quase nenhum vestígio humano, a gente imagina o que será o tal Campo Grande: casebres de palha, igrejinha duma torre só, Rua João Pessoa, tabaréus de chapelão e faca à cinta, caras lampionescas, rastros de onça pintada pelas ruas barrentas. Todas essas expectativas falham.

Campo Grande surpreende e força a ejeção de adjetivos sinceríssimos.

Porque aquilo não é cidade de fim de civilização, de beira-sertão, como o viajante logicamente é levado a supor. É cidade de começo de civilização, é a coisa mais reconfortadora que em tais alturas alguém possa esperar.

Mas o melhor de Campo Grande não é o que Campo Grande já é e sim o que promete ser. Reúnem-se nela todas as condições favoráveis para ser uma das grandes futuras cidades do Brasil. Subirá a 50 mil a 100 mil, a 200 mil habitantes e parece que o urbanista que lhe traçou as ruas e praças teve perfeita consciência disso. Tudo em Campo Grande é grande, espaçoso, arejado.” (LOBATO, 1940. p. 245)

O INÍCIO DE CAMPÃO

A ideia para esse artigo surgiu de uma das aulas no curso de Antropologia Urbana. Durante as aulas ministradas, o professor sempre demonstrou curiosidade sobre pensar a cidade que vivemos a partir das leituras dos diversos autores presentes na disciplina. Buscamos identificar como pensar a identidade de Campo Grande como uma capital em contraste com as outras capitais próximas ao estado. Campo Grande é a capital de um estado que possui 95,2% das exportações apenas em produtos agrícolas¹ e que cujo próprio nome remete à ideia de “Campo” no sentido agropecuário do termo. Isso nos faz pensar em outras nuances de perspectivas de uma cidade urbanizada que não nos mesmos moldes tradicionais costumeiros dos textos clássicos de antropologia urbana.

Esse artigo busca pensar a questão da urbanização como fundamento para uma primeira fase no estudo do urbano na antropologia, sendo ela considerada um estudo da cidade ao invés de um estudo na cidade (OLIVEN, 1980, p. 29). Para isso, utilizamos os clássicos da área, como os precursores Georg Simmel e Max Weber, além de autores da Escola de Chicago como Robert Ezra Park e Louis Wirth (BECKER, 1996).

Outro fato que ao mesmo tempo que desperta o interesse se mostra também uma dificuldade de se trabalhar com a cidade, é o de sermos recém imigrados² em Campo Grande. Buscamos observar a cidade de uma forma diferente que a vista por seus habitantes não imigrados. Há dificuldades pois não estamos tão familiarizados com a história da cidade e sua constituição como capital do estado.

O escopo deste artigo inicia a partir dos anos 30, data essa escolhida devido a ser marcada por historiadores, como Marisa Bittar (BITTAR, 1997,137), que nos mostram que nessa década podemos começar a ver um movimento dentro nas es-feras políticas como forma de luta pelos interesses do sul do Mato Grosso e a constituição da cidade de Campo Grande. Tendo isso em vista, essa presente introdução busca fazer um resumo dos antecedentes da formação da cidade de Campo Grande. Nesse sentido, partimos de um breve histórico³, tendo início após o final da Guerra com o Paraguai, intensifica-se um processo de imigração (que se dá em maioria pela migração de cuiabanos, goianos, mineiros, paulistas e gaúchos) para a região sul do Mato Grosso. No ano de 1872, o futuro fundador de Campo Grande, José Antônio Pereira, acompanhado por seus filhos e mais alguns homens, sai de Monte Alegre, no estado de Minas Gerais, de onde diversos outros já haviam saído, rumo às terras do sul do Mato Grosso.

1 MSPONTOCOM. Agronegócio domina exportações em Mato Grosso do Sul em 2016. Disponível em: < <http://mspontocom.com.br/site/agronegocio-domina-exportacoes-em-mato-grosso-do-sul-em-2016/>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

2 A questão de imigração se mostrou interessante durante a pesquisa como uma questão de grande importância para a formação da cidade.

3 Esse breve histórico foi retirado da página da prefeitura do estado. Fonte: Campo Grande (MS). 2013. Arquivo Histórico de Campo Grande. Disponível em: <http://www.capital.ms.gov.br>. Acesso em: mar/2017.

Atravessaram a região do rio Paranaíba, adentraram o sul do Mato Grosso, passando pelo rio Sucuriú, transpuseram os cerradões do rio Pardo e acamparam nas terras da Serra de Maracaju. O que chamou a atenção de José Antônio Pereira nessas terras foi o frescor do milharal e dos outros cereais cultivados por posseiros. Inspeccionou o local, constatando a fertilidade do solo, a amenidade do clima e a existência de boas pastagens. Logo, esses fatores convenceram José Antônio Pereira a não prosseguir viagem e iniciar uma plantação ali, a exemplo de diversos outros posseiros que já existiam na região sul do Mato Grosso.

No início do ano seguinte, José Antônio Pereira regressa a Minas Gerais, de onde retornaria três anos depois, com toda a sua família e alguns agregados, sendo a comitiva composta de sessenta e duas pessoas. Em agosto de 1875 chega à região do que viria a ser chamado de Campo Grande, conduzindo sua expedição composta de onze carros mineiros, os quais, além das provisões necessárias para os primeiros tempos, traziam também semente e mudas diversas, inclusive cana-de-açúcar e café. Assim, surgiria primeiro uma fazenda na região que apenas em 1889 seria elevada a distrito⁴, à vila no ano de 1899⁵ e, somente em 1918⁶, viria a ser considerada a cidade de Campo Grande.

A localização da cidade de Campo Grande se mostrará interessante aos objetivos econômicos e estratégicos da Companhia de Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, que com isso sediou uma diretoria regional que atenderia todo o sul do estado do Mato Grosso. Também próximo a esse período, em 1921, através do Ministério da Guerra, houve a transferência do comando da Circunscrição Militar de Corumbá para Campo Grande, tornando a cidade uma “capital” militar da região.

Além disso, na década de 1930, observou-se o crescimento da importância socioeconômica e política. Há o início das discussões sobre a divisão do estado do Mato Grosso na cidade de Campo Grande. O processo de divisão do estado e constituição de Campo Grande como a capital do novo estado ocupará as seções seguintes. Daremos especial atenção aos aspectos que intersectam rural e urbano na edificação da capital

DIVISIONISMO E IDENTIDADE: A LIBERTAÇÃO DO SUL

Utilizamos a classificação do movimento divisionista realizado pela elite campo-grandense presente no artigo Mato Grosso do Sul: Uma trajetória divisionista, publicado pela professora da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Alisolete Antônia dos Santos Weingartner⁷. Nessa parte do artigo, o período definido pela autora será o do segundo momento, de 1930-1945, período em que o movimento divisionista começa a se organizar. Há pressões políticas junto ao governo federal, assim como confronto armado.

Como a autora acima, também entendemos que contribua para a importância da década de 1930 o movimento divisionista e a formação de uma identidade do Mato Grosso do Sul, fatos presentes também na dissertação de mestrado de Carlos Amarilha, intitulada Os Intelectuais e o Poder: História, Divisionismos e Identidade em Mato Grosso do Sul, de 2006. Amarilha também reconheceu a importância da década de 1930, demonstrando que “as imagens inculcadas pelos intelectuais nortistas e as ações políticas do governo estadual não eram bem recebidas, por parte de uma elite em ascensão no sul do Mato Grosso, principalmente por moradores da cidade de Campo Grande, sobretudo a partir da década de 1930” (AMARILHA, 2006, p. 51).

4 Distrito criado com a denominação de Campo Grande pela Lei n.º 792, de 23-11-1889.

5 Elevado à categoria de vila com a denominação de Campo Grande, pela Resolução Estadual n.º 225, de 26-08-1899.

6 Elevado à condição de cidade com a denominação de Campo Grande, pela Lei Estadual n.º 772, de 16-07-1918.

7 SANTOS, Alisolete Antônia Weingartner dos. Movimento Divisionista em Mato Grosso do Sul (1889-1930). 1. Ed. Porto Alegre: Edições Est, 1995.

Temos, nesse período, o momento em que a cidade de Campo Grande, por meio de determinados políticos, fazendeiros e intelectuais, busca criar uma rejeição ao que denominariam “dominação nortista” sobre o sul do Mato Grosso. Como demonstrado na introdução, a cidade ganhará importância com a construção da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, possibilitando que se criem discursos a seu favor, de maneira a configurar o município como moderno. Corroborando essa ideia, Paulo Roberto Cimó Queiroz argumenta que:

Pelo que se pode perceber, foi ao longo da década de 1920 que começaram a manifestar-se, mais claramente, os efeitos considerados positivos da estrada de ferro Noroeste do Brasil, efeitos esses que se concentram largamente na cidade de Campo Grande, sob a forma de rápido crescimento econômico e populacional. (QUEIROZ, 2005, p. 7)

Dessa forma, com o crescimento da importância econômica e política da região, parte da elite sul-mato-grossense, principalmente universitários campo-grandenses que estudavam na capital federal, fundaram a Liga Sul-Mato-Grossense, entidade essa que possuía como objetivo a divisão de Mato Grosso. Sobre essa questão, Queiroz (2005, p. 8) nos diz que as “[...] elites sulistas, ou pelo menos parte delas [...] parecem haver decidido radicalizar suas posições passando a defender por escrito e abertamente, pela primeira vez, a separação entre o Sul e o ‘Norte’ do Estado”. Nos manifestos lançados pela Liga Sul-Mato-Grossense era reivindicada a criação de um novo estado na porção sul do Mato Grosso, indicando a cidade de Campo Grande para ser a capital.

Surge então, em fins de 1932, a Liga Sul-mato-grossense, fundada no Rio de Janeiro que lança três documentos principais: um Manifesto aos habitantes do sul de Mato Grosso, datado de outubro de 1933; um Manifesto da mocidade do sul de Mato Grosso ao Chefe do Governo Provisório e à Assembleia Constituinte, datado de janeiro de 1934; e uma Representação dos sulistas ao Congresso Nacional Constituinte, aparentemente de março de 1934, acompanhada de um abaixo-assinado com milhares de assinaturas (documentos esses reproduzidos in MARTINS, 1944, p. 90 e ss.). Um outro documento, de teor semelhante, rebatendo críticas do então general Rondon às pretensões dos sulistas e assinado por personalidades de destaque nessa região, foi publicado em Campo Grande em março de 1934 (A divisão de Mato Grosso: resposta ao General Rondon). (QUEIROZ, 2005, p. 8-9)

Esses manifestos serviram de base para o movimento divisionista das elites sulistas⁸ começar a pensar sobre a formação de uma identidade sul-mato-grossense. O primeiro (de outubro 1933) dos manifestos busca apresentar para a população sul-mato-grossense a Liga como uma entidade divulgadora do engrandecimento de sua terra natal⁹. Com isso, se busca o que Robert Park nos diz sobre a “[...] opinião pública torna-se importante como uma fonte de controle social em sociedades baseadas em relações secundárias, de que as cidades grandes são típicas” (PARK, 1967, p. 59).

Já no segundo e terceiro (de janeiro e março de 1934) manifesto, temos o interesse da Liga em influenciar o chefe do governo provisório e os políticos da Assembleia Nacional Constituinte¹⁰. Mas ao fim dos trabalhos da constituinte de 1934, as demandas da Liga são negadas não sendo dividido nem criado um novo estado no Mato Grosso.

Ainda assim, ressaltamos aqui no artigo a importância que a Liga possuía para o ideal de urbanidade e modernidade da cidade de Campo Grande, por meio de sua elite, assim como nos diz Carlos Amarilha em dois momentos ao falar sobre a cidade: no primeiro momento, que ela é “voltada para o progresso e para o desenvolvimento; além disso, incluem nesses

8 Ao pensarmos nessas elites que fundaram a Liga Sul-Mato-Grossense, devemos ter em mente que se compõe de fazendeiros, comerciantes, políticos, profissionais liberais e militares, (universitários que estudavam no Rio de Janeiro e São Paulo), sobretudo da cidade de Campo Grande, que, de uma forma ou de outra lutavam pelo poder de mando (AMARILHA, 2005, p. 67).

9 De certa forma, acabam construindo, também, uma identidade própria, de pertencimento, sulista ou sul-mato-grossense em rejeição ao outro (cuiabano) (AMARILHA, 2005, p. 65).

10 Nesse período pós-revolução de 1932, o governo provisório de Getúlio Vargas passava por um momento de enfraquecimento e havia convocado uma assembleia nacional constituinte para elaboração de uma nova constituição federal.

documentos que a cidade estaria mais bem preparada para se inserir na modernidade do século XX do que a capital Cuiabá” (AMARILHA, 2005, p. 84), e também no segundo momento em que afirma que

[...] os divisionista elegem a cidade de Campo Grande como lugar por excelência da modernidade, numa projeção otimista e frequentemente acrítica. Campo Grande é concebida como fulcro irradiador de um novo modo de civilização, em uma série de metáforas que acrescenta novos tropos às substâncias interativas da imaginação letrada regional. Assim, Campo Grande passa a ser a cidade do progresso, protótipo da civilização e do desenvolvimento. Por isso, Campo Grande, segundo os divisionistas, apresentava todos os requisitos para ser uma capital! (AMARILHA, 2005, p. 85).

Já nesse momento podemos observar como a questão da modernidade e da cidade se mostram fundamentais na medida em que já se encontram associadas uma à outra. Observamos que a Liga Sul-Mato-Grossense se constitui com a ideia de Campo Grande como a nova capital do futuro Mato Grosso do Sul, de forma a ser vista como o “[...] centro iniciador e controlador da vida econômica, política e cultura que atraiu as localidades mais remotas do mundo para dentro de sua órbita e interligou as diversas áreas, os diversos povos e as diversas atividades num universo” (WIRTH, 1967, p. 89).

MODERNIZAÇÃO DO CAMPO (GRANDE)

Apesar de já percebermos o início de uma concepção da cidade de Campo Grande enquanto um polo moderno e progressista no Sul do Mato Grosso nos anos 1930, acreditamos nesse artigo que o momento em que podemos pensar numa distinção entre o rural e o urbano, na cidade de Campo Grande, pode ser traçado a partir do processo de modernização e crescimento acentuado nas décadas de 1960 e 1970. Para tanto aqui, compreendemos modernização como:

[...] processos de transformações profundas e frequentemente rápidas tiveram repercussões imediatas no sistema internacional e foram exportadas pelos europeus para toda a parte, mesmo que só vingassem lenta e parcialmente. É essa a razão por que o processo global foi designado com o nome de europeização, ocidentalização ou, enfim, com o termo mais abrangente e menos etnocêntrico de Modernização. (PASQUINO, 2000, p. 768)

Que por sua vez trará um

[...] tipo metropolitano de individualidade que consiste na intensificação dos estímulos nervosos [...] O ritmo e a multiplicidade da vida econômica, ocupacional e social, a cidade faz um contraste profundo com a vida de cidade pequena e a vida rural no que se refere aos fundamentos sensoriais da vida psíquica. (SIMMEL, 1973, p. 12)

Esse processo da modernização da cidade de Campo Grande, ainda na primeira metade do século XX, foi bastante documentado, assim como o crescimento da cidade, com dados de censos sobre a população urbana e rural do município, a partir da construção dos trilhos da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, o ajardinamento, asfaltamento, a instalação de energia elétrica, de iluminação pública, a instalação de algumas indústrias, o aumento do número de casas comerciais e de agências bancárias no espaço urbano, bem como o melhoramento de vias de transporte terrestre para outras localidades, como, por exemplo, para a região do interior do Estado de São Paulo.

Assim começamos a perceber, como escreveu adequadamente o geógrafo Antônio Firmino de Oliveira Neto, que com a inserção da cidade de Campo Grande no mercado capitalista da região sudeste do país, a lógica de produção e consumo de mercadorias na cidade começará a assimilar as características de um mercado citadino e a tomar a forma de uma cidade (OLIVEIRA, 2005, p. 169), concordando assim o autor com as ideias que a cidade se torna efetivamente uma “cidade” na medida em que a população local satisfaz uma parte economicamente essencial de sua demanda diária (WEBER, 1973, p. 75).

Além das questões econômicas que costumam iniciar o processo de modernização da cidade de Campo Grande, pensamos aqui também nas relações que advém desse crescimento trazendo diversas influências para a vida social dos seus habitantes. A experiência de uma “urbanidade” se manifesta em graus variáveis dentro da própria cidade, sendo marcada por

indivíduos socialmente heterogêneos com diversos recortes (como classe, raça, natividade). Como poderemos notar na descrição de Celso Costa, professor que afirmou, ainda na década de 1930, que Campo Grande

[...] era uma cidade praticamente independente¹¹ Forte no comércio, que alicerçava sua economia, ostentava ares de metrópole, belos clubes e já com dois magníficos teatros, dentre eles o Trianon. A sociedade da época, vestindo-se elegantemente com tecidos importados, desfilava ali sua pompa, em nível de grandes centros, esticando depois para os bailes do Rádio Clube ou pelos elegantes restaurantes da cidade, como a Gruta. Baiana, o bar Bom Jardim, a Confeitaria Delícia e outros tantos locais considerados chiques naqueles tempos. É nessa década que surgem os grandes hotéis e novas casas de espetáculo como o Alhambra e o Santa Helena. Multiplicam-se os palacetes e os chamados “bangalôs” dos ricos e prósperos comerciantes e fazendeiros e a cidade vai ganhando nova fisionomia pelas mãos de engenheiros famosos, a maioria vindos de São Paulo [...]. (COSTA, 1999, p. 76-77, grifo meu)

Esse processo se intensificaria nas décadas posteriores com uma onda de imigração que alteraria a economia da cidade de Campo Grande, assim como inevitavelmente, o espaço urbano do centro de seu entorno. Migração essa estimulada tanto por incentivos governamentais¹² quanto por incentivos privado¹³. No início de 1950 e nas duas décadas posteriores, teremos uma grande transformação da malha urbana por meio da ocupação do grande número de imigrantes vindos de outros estados da federação, assim como do interior do estado.

Em Campo Grande, como nos demonstra Nataniél dal Moro

[...] torna-se pertinente considerar o aumento de pessoas na zona urbana também como uma questão estrutural, porém delimitado por outra dinâmica. Dados de pesquisas de campo explicitam que esse significativo aumento populacional no espaço urbano da municipalidade de Campo Grande das décadas de 1960 e de 1970 foi consequência da perda do emprego/trabalho no campo, em especial nas lavouras e nas fazendas, por parte dos trabalhadores, muitos dos quais eram propriamente menos trabalhadores e mais posseiros. De toda forma, ficaram sem lugar no campo e rumavam para a cidade. (MORO, 2007, grifo meu)

Com isso, podemos entender melhor a realidade e os motivos da tabela abaixo:

Tabela 1. População rural e urbana de Campo Grande: 1940-1980¹⁴

População	Década de 1940	Década de 1950	Década de 1960	Década de 1970	Década de 1980
Rural	25.150	23.779	9.315	9.123	8.124
Urbana	24.479	33.254	64.934	131.110	283.653
Total	49.629	57.033	74.249	140.233	291.777

Parte desse crescimento se deu conforme a cidade de Campo Grande expandia e se industrializava. Durante esse tempo ela viria a ser conhecida como uma cidade industrial¹⁵ e, mais amplamente, como a “Capital Econômica de Mato Grosso”¹⁶. Essa situação consolida Campo Grande como uma localidade de grande importância no comércio regional, um local onde a instalação de indústrias beneficiava grande parte da produção agropecuária do estado.

11 No trecho de Celso Costa, observamos outra aproximação com a classificação de cidade weberiana, (WEBER, 1973, p.82), ou seja, a autonomia necessária para se formar uma cidade.

12 Podemos citar como exemplo a “Marcha para o Oeste” proposta pelo governo de Vargas na década de 1940, ver mais sobre em (OLIVEIRA, 1999)

13 CAMPOS, Fausto Vieira de. Retrato de Mato Grosso. São Paulo: [s.n.], 1955.

14 FIBGE; SDDI/MS. Evolução da população, por situação de domicílio, segundo os Censos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991; contagem da população 1996 e Censo 2000. Op. cit., p. 5.

15 O parque industrial do Estado de Mato Grosso, na década de 1950, concentrava-se em sete Municípios: 1º) Campo Grande, 2º) Corumbá, 3º) Aquidauana, 4º) Ponta Porã, 5º) Vargem Grande e 6º) Cuiabá. As atividades industriais calcavam-se na produção de alimentos, de bebidas, de vestuários, além da extração de produtos minerais e de vegetais. Porém, o principal produto que movimentava a economia do Estado ainda era, nesse período, a pecuária. (FIBGE. Op. cit., 1958, p. 122-164.)

16 MORO, Nataniél Dal. “Capital Econômica de Mato Grosso” (Década de 1950). In: Anais do 3º Encontro de Iniciação Científica e 3º Fórum de Pesquisa. Umuarama: UNIPAR, p. 31-32, 2004.

Contudo, é importante ressaltar que mesmo com a crescente expansão da urbanização na cidade de Campo Grande, devemos observar que essa modernização não chegará em todos os habitantes da mesma forma. A infraestrutura surgiria apenas em determinados pontos da cidade. Para Moro, em

[...] particular no interior do espaço composto pelas Avenidas Mato Grosso e Ernesto Geisel e pelas ruas Rui Barbosa e Avenida Fernando Corrêa da Costa. Nesse local havia uma cidade estruturada com modernizações técnicas, algo que além desse espaço era quase que inexistente. (MORO, 2007, p. 110)

Essa relação de poder entre os indivíduos em uma cidade tende a gerar processos de segregação que, como Park (1967, p. 61) demonstra, “[...] fazem da cidade um mosaico de pequenos mundos que se tocam, mas não se interpenetram [...] tende a complicar as relações sociais e a produzir tipos individuais novos e divergentes”. Nesse sentido, a cidade aqui, principalmente pós os processos de urbanização, é entendida como um cenário complexo em que diversas relações entre os mais diferentes grupos se dão. A violência urbana, presente neste artigo, pode ser pensada como um dos poucos momentos em que os mundos se encontrariam nesse diverso cenário.

Compreender as modernizações ocorridas nos anos anteriores e nas décadas de 1960 e de 1970, e isso por meio de fontes quase que exclusivamente políticas e econômicas, se torna relevante para que possamos entender como, na cidade de Campo Grande, as questões de urbanidade se constituíram e formaram conflitos e relações de poder entre diversos grupos. Além disso, podemos problematizar como as próprias fontes utilizadas nesse artigo, na medida em que constituem essa ideia de urbanidade e modernidade, foram pautadas apenas por determinados “atores” políticos e econômicos na formação da cidade de Campo Grande como uma “metrópole”, sem considerar a contribuição dos “indivíduos comuns” como parte desse processo.

Esses sujeitos, a seu turno, também são agentes ativos na construção da cidade, uma vez que eles dão sustentação a essa grande estrutura, outrora de campo, agora de cidade, seja com mão-de-obra, consumo, enfim, movimentação. No entanto, eles acabam não desfrutando, concreta e diretamente, dos efeitos dessa transformação, pois não residem no “centro” da cidade – o berço mais visível da modernidade local – nem tem condições de consumir os códigos dessa modernidade. Logo, há uma outra Campo Grande, a das periferias distantes do centro, das vulnerabilidades socioeconômicas, das carências infraestruturais, quem sabe até da violência. Dessa forma, na seção seguinte, procuramos pensar alguns aspectos de Campo Grande de hoje em relação ao espaço da cidade e sua utilização cotidiana.

PROBLEMAS DE METRÓPOLES: URBANIZAÇÃO E VIOLÊNCIA

A história contada até então, acaba por nos dar a impressão de uma cidade que existe quase que independente das pessoas que ali habitam, uma cidade que parece apenas se mover por meio da história e pelas forças econômicas, políticas e históricas. Nessa parte, sem negligenciar as questões históricas já mencionadas na parte anterior, atentaremos mais para a percepção dos sujeitos que habitaram e habitam essa capital.

Apenas buscando contextualizar esse momento, como Silvio Soares Macedo nos diz, a partir da década de 1980, a cidade de Campo Grande irá se consolidar como capital do estado do Mato Grosso do Sul, sendo caracterizada por um avanço dos diversos processos que já vimos anteriormente, de maneira potencializada, com um grande fluxo migratório, de expansão econômica e um intenso processo de urbanização (MACEDO, 2008, p. 106).

Esse processo de consolidação de Campo Grande como uma cidade gerará, do ponto de vista do estudo urbano, consequências negativas, pois esse processo altera os valores do público e do privado, com o surgimento da cidade e a consolidação do modo de produção capitalista, Richard Sennet nos coloca que o esvaziamento da vida pública e a valorização exacerbada da vida pessoal prevalece em certos grupos da sociedade contemporânea, formando uma nova cultura urbana (SENNET, 1999).

Os novos fluxos de pessoas trazem consigo um significativo aumento no número de estranhos aos moradores “tradicionais”. As regras de sociabilidade – que eram construídas entre indivíduos que de alguma maneira, mantinham alguma relação – começam a mudar. Corroborando com Sennet, temos a ideia de que essa nova forma de sociabilidade com uma alta impessoalidade, promovendo uma subjetividade altamente pessoal junto com um aumento das relações calculistas do devir da produção capitalista seriam as essências da atitude blasé¹⁷ (SIMMEL, 1973, p.15-16) demonstradas por Simmel.

Trazendo essa realidade para cidade de Campo Grande observaremos com as falas dos sujeitos que habitam a cidade, numa reportagem do jornal Projétil (aqui deixando claro que o autor do artigo leva em consideração os discursos e interesses que um jornal pode ter nesse campo) dos alunos de jornalismo da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) sobre a realidade diária do centro de Campo Grande

[...] O movimento se afunila e se concentra ao redor da praça Ary Coelho: rua 14 de Julho, 15 de novembro, 13 de maio e avenida Afonso Pena. Parte mais conhecida como, de fato, centro. [...]. Às 10h o movimento dos carros torna-se constante, quebrado apenas por semáforos. Assim ele se mantém até a hora do almoço, mudando por volta das 11h30. Depois de muita relutância, o centro mostra sua vida. O tráfego torna-se frenético e falta espaço nas calçadas. [...]. Os ônibus estão lotados e tanto a chegada quanto a partida de pessoas são como o próprio movimento do centro: constante, rápido e, de forma geral desorganizado. [...]. Correria essa que expõe seu pico ao fim da tarde. 17h o centro personifica a própria pressa do trabalhador pela volta ao lar. Agora quase ninguém chega ao local, apenas deixam. (SANDOVAL et al, 2017, p. 3-4, grifo meu).

Na reportagem acima, temos traços característicos das metrópoles, tais como: ideias de “movimento constante, rapidez, velocidade, desorganização, pressa”, que acabariam por dar “vida” à cidade e seu centro causando em seus habitantes uma intensificação dos estímulos nervosos, como nos lembra Simmel (1973, p.12). Outras percepções que podemos trazer da reportagem é quanto à questão da cidade sendo vivida em outros horários. A reportagem observou o cotidiano do centro por um dia inteiro, das 7 horas da manhã até às 5 horas da manhã do dia seguinte. Durante a reportagem, diversos sujeitos que vivem cotidianamente suscitam diversas questões que se tornam polos para estudos e entre elas temos as questões de violência urbana e o acesso à cidade.

A problemática de acesso à cidade de Campo Grande por grupos considerados estigmatizados pode ser observada no trabalho de Vladimir Kureda e Guilherme Passamani (2017). Os autores mostram como a partir do processo de fechamento da antiga rodoviária¹⁸ o espaço ocupado por ela acabou por ser resignificado por diferentes grupos: comerciantes de lanches, vendedores ambulantes e clientes, assim como os sujeitos que serão estigmatizados e considerados como “problema social” pelo estado: moradores de rua, usuários de drogas e prostitutas.

Esse espaço será, muitas vezes, classificado como “degradado” por alguns setores cidadão, bem como visto como um local de encontro por grupos considerados subalternos que utilizam daquele espaço, como uma forma de “acessar à cidade”, inclusive funcionando como moradia. Além disso, o antigo terminal rodoviário pode ser lido como um espaço de socia-

17 A atitude blasé consiste na consequência de que os indivíduos vivendo em sociedade acabam por adquirir onde o significado e os valores são destituídos de uma certa ingenuidade, sendo hiperacionalizado onde os objetos perdem seu valor simbólico, e apenas se resta o valor econômico determinado pelo dinheiro que se vale, sendo ele o maior nivelador das relações.

18 A antiga rodoviária de Campo Grande foi inaugurada no ano de 1976, momento em que Nataniél Dal Moro (2004) demonstrou o rápido aumento da população urbana. Essa situação permaneceu até o ano de 2000, quando teve início um processo de paulatino esvaziamento em vista da construção de um novo terminal rodoviário e novos *shoppings centers* em outras regiões da cidade, culminando com seu fechamento em 2010.

lização e encontro, mostrando assim que o mesmo espaço, já urbanizado, que formou a cidade pode possuir diversas formas de ser experimentado, dependendo dos contextos particulares dos grupos que ali interagem.

Já na questão da violência e o medo nas cidades contemporâneas brasileiras têm gerado um fecundo debate nos estudos da antropologia urbana, temos os importantes trabalhos de Feltran (2011) sobre a violência nas periferias de São Paulo, também o trabalho de Paiva (2014) tratando sobre a violência em um território estigmatizado. Aqui focaremos no trabalho de Caldeira (2003) que nos mostra como diferentes grupos sociais, especialmente das classes mais altas, têm usado o medo da violência para justificar tantas novas tecnologias de exclusão social quanto sua retirada de bairros considerados tradicionais da cidade (CALDEIRA, 2003, p.9).

Isso se encontra nos discursos dos moradores da cidade. Joana Abadia, de 78 anos, e Mirtes Macedo, 57, nos contam que “ambas acham perigoso o centro durante a noite. “Tenho medo porque, nossa tá tendo muitas batida, às vezes toma, assalta a gente, né? Principalmente as pessoas idosas, assaltam mesmo”, assim como Juscelino do Carmo, 65, diz “Ninguém segura o ladrão. Você pode por uma cerca lá, de dez metros, cerca elétrica, ele corta, entra e te rouba. Pra ele não tem momento ruim” (SANDOVAL et al, 2017, p.4). Essas conversas do dia-a-dia são consideradas frequentes pelas regiões do centro da cidade e são o que Caldeira (2003) chama de falas do crime, que buscam promover uma reorganização simbólica de um universo que foi perturbado pelo crescimento do crime.

Observa-se também a questão do acesso à cidade, especialmente do centro, como nos mostra a reportagem a partir do horário noturno. Um dos maiores exemplos do vazio do centro estaria no fechamento da praça Ary Coelho, onde foram colocadas grades em seu entorno. A praça localizada no coração da cidade fecha diariamente às 22h. Talvez nada seja mais simbólico que isso (SANDOVAL et al, 2017).

Costumam surgir, neste horário, diversos sujeitos os quais a cidade provavelmente, por meio de suas instituições, não aceitaria que estivessem durante outros horários. Entre eles temos as prostitutas, traficantes, moradores de rua e travestis. Eles costumam se posicionar nas ruas 15 de novembro, 07 de setembro e na avenida Calógeras onde se concentram esses pontos mais escuros que são locais discretos, afinal, tais serviços clamam por isso. Poderíamos pensar nas regiões morais¹⁹ (PARK, 1967, p. 65), regiões onde prevaleça um código moral divergente.

Nesse horário, no centro, a vigilância da cidade se constitui por um olhar mais atento aos cidadãos que ainda passam por lá. De acordo com Ataíde, gari dessa região, 52, a percepção de quem transita nas ruas centrais costuma estar sempre com medo e em alerta “aqui no centro já vi gente brigando, polícia dando batida e revistando as pessoas. Aqui até às 10 da noite você é cidadão, depois desse horário é meliante” (SANDOVAL et al, 2017, grifo meu). Esses horários, junto com as cercas na praça Ary Coelho, acabam por estabelecer diferenças impondo divisões e distâncias, constroem separações, multiplicam regras de evitação e exclusão, e, ainda como grifado na fala do gari, acabam por restringir os movimentos (CALDEIRA, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse artigo, observamos três momentos que fundamentaram a formação e a consolidação da cidade de Campo Grande como o maior polo urbano do estado de Mato Grosso do Sul. Iniciamos o artigo pensando sobre as questões do divisionismo e identidade sul-mato-grossense como o começo de um movimento político que se consolidaria no séc. XX, por

¹⁹ As regiões morais são entendidas por Park como um local onde indivíduos que buscam as mesmas formas de prazeres se encontram em vias de se realizar a atividade prazerosa de modo a não ser julgado pelos indivíduos, dessa forma se criando uma região moral que possui uma moralidade divergente da sociedade como um todo.

meio da formação do estado e do surgimento da capital. Em um segundo momento, destacamos a cidade de Campo Grande em si enquanto está passava por um processo de modernização e alargamento do “campo” que viria a se tornar realmente “grande”. Já no momento final, buscamos nos aproximar da realidade de Campo Grande atual já como uma das grandes cidades do centro-oeste e os problemas que advém dessa urbanização, particularmente pensando a questão da violência.

Esse artigo pretende ser um, entre outros, elementos disparadores para instigar em Mato Grosso do Sul uma problematização que começa a ganhar fôlego em outras regiões: o estudo das cidades que não são caracterizadas grandes metrópoles, as capitais de porte médio e que estão em outras regiões do país, que não o sudeste. Assim, pensar Campo Grande, é, por alguns momentos, sair das clássicas perspectivas históricas e arquitetônicas, e ir a uma nova perspectiva, trazida aqui pela antropologia urbana. Aqui se observou como existe uma particularidade no que diz respeito à formação de Campo Grande enquanto cidade e depois como capital de estado. Sobressai, ainda, no antigo Arraial de Santo Antônio de Campo Grande de Vacaria, um urbano forjado pelo rural, são os olhos e os braços do campo que criaram a “cidade grande” e as suas “mãos” ainda passeia pelas suas ruas e avenidas. Portanto, a cidade formada pelo movimento político por autonomia de grandes latifundiários da região, a cidade dos filhos dos fazendeiros que haviam ido para os grandes centros de formação do país, continua a carregar uma urbanidade esculpida pelo agronegócio. Temos, então, um urbano pra lá de rural.

REFERÊNCIAS

- AMARILHA, Carlos Magno Mieres. Os intelectuais e o poder: história, divisionismo e identidade em mato grosso do sul. 2006. 237f. Dissertação (Mestrado) – Curso de História da faculdade de ciências humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2006.
- BASSO, Jussara Maria. Investigação de fatores que afetam o desempenho e apropriação de espaços abertos públicos: o caso de Campo Grande – MS. 2001. 227 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- BECKER, Howard. Conferência; A Escola de Chicago. In Mana; Estudos de Antropologia Social, Rio de Janeiro. PPGAS -MN_UFRJ. 1996. pp 177-188
- BITTAR, Marisa. Mato Grosso do Sul: do estado sonhado ao estado construído (1892- 1997). 2v. Tese (Doutorado em História Social) – FFLCH/USP, São Paulo, 1997.
- CALDEIRA, Teresa Pires do Rio. Cidade de muros: Crime, Segregação e cidadania em São Paulo. Tradução de Frank de Oliveira e Henrique Monteiro. São Paulo: Ed.34/Edusp. 2000.
- COSTA, Celso. Evolução urbana. In: CUNHA, Francisco Antônio Maia da (Coord.). Campo Grande: 100 anos de construção. Campo Grande: Matriz, 1999.
- FELTRAN, Gabriel de Santis. Fronteiras de tensão: política e violência nas periferias de São Paulo. São Paulo: Editora Unesp, 2011. 376 pp.
- FIBGE; SDDI/MS. Evolução da população, por situação de domicílio, segundo os Censos de 1940, 1950,1960, 1970, 1980 e 1991; contagem da população 1996 e Censo 2000. Op. cit., p. 5.
- _____. Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro: IBGE, 1958, v. 35. (Mato Grosso).
- KUREDA, Vladimir e PASSAMANI, Guilherme. Espacialidade, comércio e degradação. Um olhar etnográfico sobre a antiga rodoviária de Campo Grande-MS. Ponto Urbe [Online], 21 | 2017. Disponível em <http://journals.openedition.org/pontourbe/3524>.
- LOBATO, Monteiro. De São Paulo a Cuiabá. In: _____. Mundo da lua e miscelânea. São Paulo: Brasiliense, 1940, v. 10, p. 245.
- MORO, Nataniél Dal. Capital Econômica de Mato Grosso (Década de 1950). In: Anais do 3º Encontro de Iniciação Científica e 3º Fórum de Pesquisa. Umuarama: UNIPAR, p. 31-32, 2004.
- MORO, Nataniél Dal. Modernização Urbano-Citadina e Representações sobre os trabalhadores na cidade de campo grande (Décadas de 1960-70).2007.357 f. Dissertação (Mestrado em História Social) – Programa de Estudos Pós-Graduados em História Social – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MSPONTOCOM. Agronegócio domina exportações em Mato Grosso do Sul em 2016. Disponível em: < <http://mspontocom.com.br/site/agronegocio-domina-exportacoes-em-mato-grosso-do-sul-em-2016/>>. Acesso em: 05 ago. 2017.
- OLIVEIRA NETO, Antônio Firmino de. A rua e a cidade: Campo Grande e a 14 de julho. Campo Grande: UFMS, 2005.
- OLIVEIRA, Benícia Couto de. A política de colonização do Estado Novo em Mato Grosso (1937-1945). 1999. 255 f. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de Ciências e Letras – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Campus de Assis), Assis, 1999.
- OLIVEN, Ruben George. Por uma antropologia em Cidades Brasileiras. In: VELHO, O. G. (Org.). O Desafio da Cidade. Rio

de Janeiro: Editora Campus LTDA, 1980.

PARK, Robert Ezra. A Cidade: Sugestões para a investigação do comportamento Humano no Meio Urbano. In: VELHO, O. G. (Org.). O fenômeno urbano. Rio de Janeiro: Zahar, 1967.

PAIVA, Luiz Fábio S. Contingências da violência em um território estigmatizado. Campinas: Pontes, 2014.

QUEIROZ, Paulo Roberto Cimó. Divisionismo e “identidade” mato-grossense e sul-mato-grossense: Um breve ensaio. CPDO-UFMS, maio de 2005. 25 p.

SANDOVAL, Fernanda; MARQUES, Marcelle; MESTRE; Rafael; OLIVEIRA, Talita. Cidadania tem limites. Projétil, Campo Grande, p.3-8, N° 87 – Ano 27 – abr,mai,junh,2017.

SENNETT, Richard. A Corrosão do caráter: consequências pessoais do trabalho no novo capitalismo. Trad. Marcos Santarrita. Rio de Janeiro: Record, 1999.

SIMMEL, Louis. A metrópole e a vida mental. In: VELHO, O. G. (Org.). O fenômeno urbano. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

WEBER, Max. Conceito e categorias de cidade. In: VELHO, Gilberto (org.). O fenômeno urbano. Rio de Janeiro: Zahar, 1973, pp 73-96.

WEINGÄRTNER, Alisoete Antonia dos Santos. Mato Grosso do Sul: Histórico. Disponível em: < <http://www.campogrande.ms.gov.br/arca/artigos/apresentacao-2/>>. Acesso em: 12 agosto 2017.

WEINGARTNER, Gutemberg. A construção de um sistema: Os espaços livres públicos de recreação e de conservação em Campo Grande, MS. 2008. 192 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

WIRTH, Louis. O urbanismo como modo de vida In: VELHO, O. G. (Org.). O fenômeno urbano. Rio de Janeiro: Zahar, 1967.

Recebido em: 12/03/2018

Aprovado em: 27/05/2018

Publicado em: 30/11/2018

**A NAÇÃO EM UMA XICRINHA DE CAFÉ: REFLEXÕES SOBRE UMA
EXPERIÊNCIA NACIONALISTA NO BRASIL NOVECENTISTA (1901-1950)**

***THE NATION IN THE CUP OF COFFEE: REFLECTIONS ON NATIONALISM IN
BRAZIL IN THE TWENTIETH CENTURY***

Daniel Minossi Nunes

Como citar este artigo:

NUNES, Daniel Minossi. A nação em uma xicrinha de café: reflexões sobre uma experiência nacionalista no Brasil novecentista (1901-1950). In: *Cadernos do Lepiarq*, v. XV, n.30., p. 69-79, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



INSTITUTO DE
CIÊNCIAS
HUMANAS
UFJF



A nação em uma xicrinha de café: reflexões sobre uma experiência nacionalista no Brasil novecentista (1901-1950)

Daniel Minossi Nunes*

Resumo: Foi a partir das pequenas xícaras para café exumadas do sítio arqueológico Praça Brigadeiro Sampaio (RS.JA-10), em Porto Alegre/RS, que essa narrativa tomou corpo. Essas xicrinhas funcionaram como uma espécie de gatilho ou, melhor dizendo, como elemento desafiador, estimulante, provocador. A pesquisa histórica acerca desses objetos, produzidos na primeira metade do século XX, colocou-me em contato com o rico universo do comércio internacional do café brasileiro. Divididos entre o Brasil e a Europa, alguns brasileiros preocupados com o consumo do café nacional no exterior expressavam, para além dos interesses calculistas do mercado, certo sentimento de estranhamento com relação à maneira como alguns povos europeus consumiam o café. Motivados por esse estranhamento, os atores escancaram e demarcam as diferenças entre os brasileiros e os europeus, reforçando, a partir do modo de preparo e consumo do café, a ideia de identidade nacional brasileira.

Abstract: From the small coffee cups excavated from the archaeological site Praça Brigadeiro Sampaio (RS.JA-10), in Porto Alegre / RS, that this narrative was created. These cups have acted as a kind of trigger or, rather, as challenging element, stimulating. Historical research on these objects, produced in the first half of the twentieth century, put me in touch with the universe of international trade in Brazilian coffee. Divided between Brazil and Europe, some Brazilians worried about the consumption of national coffee abroad, beyond the calculating interests of the market, expressed a certain feeling of estrangement from the way some European peoples consumed coffee. Motivated by this estrangement, the actors opened up and demarcated the differences between Brazilians and Europeans, reinforcing, from the coffee preparation and consumption, the idea of national identity.

Palavras Chave:

Nacionalismo; Café; Século XX; Arqueologia Histórica.

Keywords:

Nationalism; Coffee; 20th century; Historical Archaeology.

*Doutorando em História na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil. E-mail: daniel_minossi@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Escrever sobre o nacionalismo é como se embrenhar em um terreno habitado por uma densa vegetação espinhosa. O assunto, apesar de controverso e polêmico, fascina por suscitar ares mágicos ou, dito de outra forma, pensamentos que, às vezes, apresentam-se incompatíveis com o duro crivo científico-racionalista (JUNCO, 2005). Nesse sentido, é importante assumir que a elaboração de um conceito científico-racionalista e universal de nacionalismo seja algo inviável (SETON-WATSON, 1977, p. 5 apud ANDERSON, 2008, p. 29). Isso não significa, de modo algum, que este fenômeno social seja irrelevante por ser fruto de delírios coletivos. Embora possamos argumentar sobre “a pobreza e a incoerência filosófica” dos nacionalismos (ANDERSON, 2008, p. 31), este raciocínio não ultrapassa a simples constatação e pouco explica sobre o fenômeno em si.

Sendo assim, pensar as nações e os nacionalismos como “produtos culturais” (ANDERSON, 2008) cria uma atmosfera revigorada, um espaço de observação privilegiado, já que insere tais fenômenos no mesmo plano de outras manifestações culturais. Dito isso, cabe levantarmos outra questão: quais são as manifestações culturais que não resultam da criatividade e da invenção? Se “a criatividade e a invenção emergem como as qualidades salientes da cultura [...]” (WAGNER, 2012, p. 68), por que razão cogitar que os nacionalismos devem estar livres das convenções, das arbitrariedades e das incoerências? A nação é produto da criatividade humana, da criatividade dos atores sociais envolvidos nesse megaprojeto moderno. Assim sendo, debruçar-se sobre o nacionalismo requer sensibilidade para perceber a complexidade de elementos envolvidos nesse processo coletivo e, principalmente, exige parcimônia no ímpeto de denunciar a incoerência, a irracionalidade ou a arbitrariedade dos atores.

Subjaz à ideia de nação, em sua concepção moderna, a noção de grupos humanos particulares que diferem entre si (BERLIN, 2002, p. 594). É evidente que não há convergência ou consenso sobre o teor desses gigantescos agrupamentos humanos que denominamos nação. Existe, na realidade, uma profusão de pensamentos sobre a criação e a manutenção destes agregados sociais, que oscilam entre as visões essencialistas, voluntaristas e, também, as que destacam a relevância dos estados multinacionais (ACTON, 2000). Apesar dos desacordos, as nações modernas surgem da aparição e dos repetidos esforços das doutrinas nacionalistas (KEDOURIE, 1988, p. 1). Estas doutrinas, longe de serem receitas fixas e aplicáveis a qualquer contexto espaço-temporal, são formações discursivas, multidimensionais e mutáveis que articulam e mobilizam diferentes elementos com o propósito de fundar e/ou manter uma pretensa unidade nacional (CALHOUN, 2007, p. 45).

É necessário, contudo, que se explore quais são os elementos que, ao fim e ao cabo, são arregimentados (e quem arregimenta) na construção e na manutenção de determinados discursos e práticas que alimentam o sentimento nacionalista. O presente texto se propõe a apresentar, na esteira do comércio internacional do café brasileiro na primeira metade do século XX, o estranhamento dos brasileiros frente ao modo como a população de alguns países europeus preparavam e consumiam o café e, conseqüentemente, como este sentimento erizou discursos nacionalistas que embalaram as pretensões brasileiras em educar os paladares europeus.

A NAÇÃO NA PERSPECTIVA DE QUEM?

A partir de agora, eu gostaria de pôr em destaque os atores sociais que, neste texto, pronunciaram-se em nome da nação brasileira na primeira metade do século XX. Pois, conforme as exortações de Junco (2005, p. 72), o analista deve preocupar-se em identificar quais os grupos se arvoram em falar em nome desse ente metafísico chamado nação. Acho oportuno iniciar esta tarefa a partir da breve apresentação das minhas principais fontes de pesquisa e sobre como estas pessoas e grupos

foram paulatinamente se manifestando.

O trajeto inicia com a escavação do sítio arqueológico Praça Brigadeiro Sampaio (RS.JA-10), localizado no Centro Histórico de Porto Alegre. Esta campanha arqueológica, realizada entre os anos de 2010 e 2011, evidenciou uma deposição de lixo do século XX, que oscila entre 10cm e 40cm de profundidade (OLIVEIRA, 2012, p. 95). Desta camada arqueológica, formada entre os anos de 1930 e meados da década de 1940 (OLIVEIRA, 2012; NUNES, 2014), foram identificadas 400 peças de louça de mesa relacionadas aos cafés, restaurantes e bares porto-alegrenses. Deste montante, observou-se que as xicrinhas para café preponderavam, representando 21,5% (86 peças) de toda a louçaria comercial analisada (NUNES, 2014). O surpreendente número de xicrinhas denuncia um hábito bastante propalado por estas plagas, ou seja, o consumo do café. Diante da altíssima quantidade de xicrinhas, saí em busca de fontes escritas que me ajudassem a compreender o que o registro arqueológico me apontava de modo veemente.

A busca por xicrinhas de café me colocou em contato com riquíssimos textos. A leitura arqueológica da documentação escrita foi muito importante, pois possibilitou que eu percebesse as xícaras em contextos específicos, ampliando o dado arqueológico e auxiliando na sua interpretação (BEAUDRY, 1996). Desse modo, saliento que a pesquisa apostou na complementaridade entre as fontes arqueológicas e escritas (LITTLE, 2006, p. 402). Para fins deste texto, apontarei alguns relatos escritos que ajudaram a iluminar a questão das xicrinhas e, sobretudo, trazer à tona uma discussão preocupada sobre o consumo do café brasileiro na Europa durante a primeira metade do século XX. Meu intento é demonstrar que esta preocupação extrapola os interesses frios e calculistas do capitalismo cafeeiro e assume forte discurso nacionalista. Como veremos, os indivíduos justificam a exportação do café brasileiro e a conseqüente ampliação dos mercados consumidores europeus a partir de uma linguagem cívico-econômica, patriótica e nacionalista.

Do ponto de vista cronológico, a documentação escrita varia entre 1905 e 1954. São quatro relatórios (anos 1905, 1910, 1926 e 1928), duas atas (anos 1936 e 1954) e, por fim, um artigo de revista (ano 1934). O primeiro relatório, escrito em 1905, está relacionado ao Vice-Consulado em Bremen (Alemanha), onde o relator levanta números sobre as relações comerciais estabelecidas entre os portos brasileiros e o porto de Bremen. Datado de 1910, o segundo relatório se refere às considerações da Comissão da Exposição de Turim-Roma e Propaganda do Café, encaminhadas ao Ministro da Agricultura, Indústria e Comércio. Este relatório, assinado por Antonio de Padua Assis Rezende, apresenta, entre outras coisas, descrições sobre o consumo do café em diversas cidades italianas, tais como Gênova, Pádua, Vicenza, Treviso, Bolonha e Milão. O terceiro relatório, subscrito por Hannibal Porto, em 1926, está relacionado ao Conselho Superior do Comércio e Indústria, onde há uma série de pareceres sobre indesejáveis misturas e falsificações do café na Europa. O quarto e último relatório, datado de 1928, traz algumas considerações do adido comercial do Rio Grande do Sul instalado junto às embaixadas e legações do Brasil na Europa.

Entre os documentos classificados como ata, destaco a ata da sessão do Conselho Federal de Comércio Exterior, reunido em 1936 no Palácio do Itamaraty; e, também, a ata da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, datada de 1954, que traz o relato do deputado Athié Jorge Coury. Nesta sessão, o referido deputado (que também era corretor oficial de café), além de fazer considerações pessoais sobre o consumo do café no exterior, leu um texto elaborado por Homero Leonel Vieira, cafeicultor e negociante de café que visitou 16 países europeus observando os hábitos relacionados ao consumo do café. Para finalizar, ressalto o artigo intitulado “Factos e Cousas do Café”, escrito pelo Dr. Carlos Pinheiro da Fonseca, do Departamento Nacional do Café. Este texto, transcrito da Revista do Departamento Nacional do Café, foi publicado no Diário Oficial da União, em setembro de 1934. O autor do texto faz um grande apanhado que contempla alguns aspectos históricos da cultura cafeeira, aponta os maiores produtores mundiais da rubiácea, os maiores consumidores do café brasileiro no estrangeiro, as-

pectos botânicos e fitossanitários do café, dados sobre a colheita, classificação, preparo e propriedades da bebida.

Embora as fontes escritas tenham as suas peculiaridades e tenham sido produzidas a fim de cumprir propósitos específicos, é sobre o que elas têm em comum que eu pretendo me deter. Não há dúvida que, em maior ou menor grau, todas as fontes escritas tratam do consumo do café na Europa e retratam, grosso modo, a visão dos funcionários de embaixadas e consulados do Brasil no exterior, dos integrantes de comissões de propaganda do café brasileiro que atuam no estrangeiro, dos corretores oficiais de café, dos grandes cafeicultores e negociantes que possuem estreito contato com os mercados consumidores europeus. Nota-se, assim, que estes indivíduos compartilham um lugar de fala bastante similar. Estes sujeitos, por força de seus respectivos interesses e atividades profissionais, formavam um grupo que habitava uma zona de fronteira. Em certo sentido, os funcionários das embaixadas e consulados brasileiros na Europa, os integrantes das comissões internacionais de propaganda do café, bem como os grandes cafeicultores e negociantes de café que atuavam no exterior, por exemplo, aparentavam-se aos exilados, refugiados e migrantes (ACTON, 2000, p. 34; BHABHA, 1998, p. 198). Divididos entre o Brasil e a Europa, estes “homens do café” eram figuras híbridas que experimentaram “esse processo estranho da duplicação, divisão e intercâmbio do eu” (BHABHA, 1998, p. 204). A condição de limiaridade do grupo propiciou falas mui significativas, principalmente porque elas demonstravam o estranhamento com o modo como muitos europeus consumiam o café na primeira metade do século XX. Contudo, estas narrativas não são sem intenção, pois, em último caso, elas estavam demarcando limites e diferenças que contrapunham o consumo do café entre brasileiros e europeus.

O QUE OS BRASILEIROS FALAVAM?

Sob a ótica moderna, a nação é um corpo indiviso e homogêneo (HUTCHINSON, 2000). Contudo, alguns autores contemporâneos (BHABHA, 1998; HUTCHINSON, 2000; CHATTERJEE, 2008) desafiaram o raciocínio moderno – a nação como sociedade unitária – e argumentaram em favor da nação heterogênea, fissurada, composta por diversos grupos e interesses, isto é, a nação como arena política. Este texto, que procura alinhar-se à perspectiva da nação heterogênea, de modo algum sustenta que as narrativas proferidas pelo grupo cafeicultor em questão representaram o único discurso possível sobre a nação brasileira na primeira metade do século XX. Como assevera John Hutchinson (2000, p. 654), não existe formação e manutenção da nação sem conflitos ou contradições. A noção de nação do grupo cafeicultor pode rivalizar com outras concepções ou projetos nacionais, provocando divergências políticas e/ou culturais no seio da nação. Mas, afinal, em que medida o comércio internacional e a propaganda do café participaram do difuso processo de construção da nação brasileira? Precisamos, inequivocamente, escutar os atores sociais envolvidos.

Não é novidade que o Brasil, durante a primeira metade do século XX, ocupava uma posição hegemônica na produção e comércio internacional do café. A rubiácea que era a “[...] pedra angular de nosso edifício econômico e o nosso grande artigo de exportação, tanto para a Europa como para a América” (DIÁRIO OFFICIAL, 1928, p. 7956), acabou propiciando a concentração de muita riqueza e poder nas mãos dos cafeicultores. O cultivo do café alçou o Brasil a uma invejável condição de maior produtor mundial do produto e, a partir dessa conjuntura, passou a alimentar um desejo eufórico e autodeclarado de se tornar o instrutor ou catequizador dos mercados consumidores internacionais. O Brasil, em outras palavras, estaria em condições de ensinar os países europeus a consumir o verdadeiro e perfeito café. Saliente, assim, que não se tratava de um nacionalismo meramente econômico, mas, como escreveu Calhoun (2007, p. 29), um nacionalismo “motivado sólo parcialmente por cuestiones económicas”. Existia uma mistura entre desejos econômicos (vontade de vultuosos lucros) e orgulho nacional. Como veremos, este sentimento fica evidente na declaração do adido comercial do Rio Grande do Sul, em 1928:

Os exportadores brasileiros podem se deixar seduzir pela idéia de que a absorvencia de cafés brasileiros, sob rubricas de outras procedências estrangeiras, facilita o escoamento do producto, e quantas vezes já ouvi dizer: “Que importa que se venda o café do Brasil sob outras denominações de proveniencia, comtanto que se venda muito café; sendo nós os maiores productores, fatalmente o nosso será consumido”. Esse conceito é erroneo. Não é deixando o renome do café brasileiro desmoralizar-se no estrangeiro que aumentaremos as nossas vendas. É precisamente porque os cafés brasileiros são vendidos sob denominações que não são as verdadeiras que teremos cada vez mais dificuldades em tornar conhecidas, pela verdadeira origem, as qualidades superiores das nossas melhores regiões cafeeiras (DIARIO OFFICIAL, 1928, p. 7957).

Ao adido é incômoda a ideia de que o comércio internacional do café brasileiro esteja desassociado de sua origem. Não é suficiente que o país siga ocupando a posição de maior produtor mundial e, com isso, esteja movimentando cifras estratosféricas. É necessário que grãos e goles de café carreguem consigo as insígnias da nação brasileira. O comércio extensivo não deve ser unicamente perseguido porque gera riqueza e poder, mas, também, porque se trata do *nosso* café, produzido nas *nossas* fazendas, em *nosso* país (BERLIN, 2002, p. 595). Sendo assim, o café (planta, grão, bebida) passa a despertar paixões nacionalistas, a ponto de Athie Coury, corretor oficial do café e deputado estadual de São Paulo, declarar que estava “tão afeiçoado à nossa rubiácea quanto [estima] São Paulo e o Brasil” (DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1954, p. 60).

O café, na esteira do êxito comercial, converte-se em objeto dotado de uma aura nacional. Ao encontro disso, Home-ro Leonel Vieira, técnico cafeicultor e grande comerciante na praça de Santos, afirma que

[...] havia algo desolador para nós brasileiros: era constatarmos que, raramente, tanto na Alemanha, França ou Itália, via-se um cartaz sobre as amostras anunciando “Café Santos” ou mesmo “Café do Brasil”. Quase nunca encontravamos, e quando algum havia, estava sempre em posição secundária na vitrine, como querendo esconder-se, envergonhado, talvez pelo descaso com que vêm sendo oferecidas na Europa, amostras do nosso produto. Os pequenos “placards” anunciavam constantemente cafés da Colômbia, México, Haiti, outros países da América Central e colônias da África; mas muito raramente do Brasil. E isto era regra em toda a Europa (DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1954, p. 60).

A luta do grupo cafeicultor que atuava com a intenção de assegurar o consumo crescente do café brasileiro no exterior era, também, uma busca insistente de “que se não desnacionaliz[asse] o café do Brasil” (DIARIO OFFICIAL, 1928, p. 7959). Este esforço suscitou uma série de observações, reflexões e estranhamentos sobre o modo como o café era consumido em determinados países e localidades europeus. Era apontado, com certa frequência, o quanto alguns países, localidades ou determinados grupos sociais eram resistentes ao consumo do café. Segundo um relatório emitido em 1905 pelo Vice-Consuldo em Bremen, as classes abastadas da referida cidade consumiam pouco café, pois preferiam o chá ou o chocolate (DIARIO OFFICIAL, 1905, p. 6576). Em 1928, o adido comercial do Rio Grande do Sul elucubrava sobre a resistência inglesa ao café, pois, segundo ele, “[...] os mercados ingleses mostram-se rebeldes ao nosso produto. Além da predileção popular pelo chá, o gosto dos consumidores de café na Grã-Bretanha pende para os cafés suaves da América Central, da Colombia, das Indias Inglezas e das Antilhas” (DIARIO OFFICIAL, 1928, p. 7957).

Outra querela muito comum nos textos consultados é sobre o habitual uso dos sucedâneos do café na Europa. Ao paladar brasileiro, era detestável o hábito de alguns europeus em misturar substâncias estranhas ao café. As denúncias a esse tipo de prática eram muito comuns, especialmente contra os

[...] defraudadores que dão o nome de café a misturas em que entram varias substancias, salvo o café: amendoim, grão de bico, cevada, milho, figos e muitas outras substancias que submettidas á torrefacção, convenientemente desodorizadas e depois aromatizadas com o cheiro do café, são reduzidas a pó e habilmente comprimidas em moldes e fôrmas que lhe dão exactamente o aspecto do verdadeiro grão á primeira impressão visual (DIARIO OFFICIAL, 1928, p. 7958).

Para o grupo cafeicultor brasileiro, era um verdadeiro sacrilégio o consumo de uma bebida denominada café que, na verdade, era resultado de misturas de outros produtos, como a chicória, o amendoim, a cevada, etc. Os sucedâneos do café eram alvo de críticas e denúncias assíduas dos cafeicultores brasileiros atuantes no exterior. A ideia, segundo eles, era conter as adulterações, as fraudes e as falsificações que impediam os europeus de consumir uma bebida de qualidade superior e de excelência. Em 1926, inclusive, foi sugerido ao Ministério das Relações Exteriores que orientasse os representantes diplomáticos na Europa a “uma vigilante assistência ao consumo do café, afim de conhecer da existencia e da extensão das fraudes em uso” (DIARIO OFFICIAL, 1926, p. 5451). E, além disso, que fosse “provocado um entendimento com o governo italiano, no sentido de ser fiscalizado, severamente e pela melhor fôrma o commercio e o consumo do café na Italia, de modo a evitar as fraudes [...]” (DIARIO OFFICIAL, 1926, p. 5451).

O que os cafeicultores brasileiros pareciam fazer questão de ignorar é que o consumo dos sucedâneos do café em algumas partes da Europa era bastante comum. Ou seja, havia, sim, uma preferência por este tipo de produto, em detrimento do café. Conforme o relator Hannibal Porto, “em Bruxellas tive ocasião de verificar no anno passado, que o consumidor exige systematicamente, ao comprar o café, que lhe seja vendida igual quantidade de chicorea, cuja venda e uso, como se sabe, são permittidos naquelles paizes [França e Bélgica], até 75 para 100 de café puro” (DIARIO OFFICIAL, 1926, p. 5450).

A lista de estranhamentos sobre os hábitos europeus supera a questão dos sucedâneos do café ou, ainda, a questão da resistência de certos grupos sociais (classes abastadas bremenses) ou povos (ingleses) em consumir o café. Os brasileiros julgavam inteiramente inconveniente as instalações comerciais onde o café era servido, criticavam as torrefações, o preparo da bebida e, por fim, a xícara onde o café era consumido. Apesar de algumas exceções, nota-se, a partir da leitura do relatório expedido pela Comissão da Exposição de Turim-Roma e Propaganda do Café, que em Gênova, Vicenza e em Treviso os bares e torrefações eram “rudimentares e imperfeitos”, “montados com deficiencia” e “mal montados” (DIARIO OFFICIAL, 1910, p. 7670-7671).

Com relação ao preparo da bebida, os brasileiros também teciam críticas. Homero Leonel Vieira, em 1954, afirma que, com exceção de estabelecimentos comerciais que utilizavam as modernas máquinas italianas de café expresso, o popular “café de filtro” produzia uma “das piores coisas que bebemos na Europa com o nome de café” (DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1954, p. 60). De acordo com o técnico cafeicultor e negociante,

Generalizadíssimo na França, cremos ser o “café de filtro” o maior inimigo do próprio café naquele país. A infusão produzida não pode, parece-nos, representar o café com todas as suas propriedades, porque, comumente, a água apenas dá um banho no pó, sendo ainda, conforme já dissemos, o seu paladar bastante desagradável para aqueles que conhecem um bom café expresso (DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1954, p. 60).

O recipiente onde os europeus consumiam o café na primeira metade do século XX também foi descrito como impróprio. A xícara, dessa forma, estava sob o olhar desconfiado dos brasileiros. Conforme Homero Leonel Vieira, “na Alemanha, onde, em geral, costumam servi-lo em xícaras que se assemelham às nossas de chá, é, para nós, paulistas, de péssimo paladar” (DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1954, p. 60). No texto “Factos e Cousas do Café”, escrito em 1934 por Carlos Pinheiro da Fonseca, do Departamento Nacional do Café, há outra referência importante sobre as xícaras de café. Ao explicar os procedimentos adequados para obtenção de uma bebida de qualidade, Fonseca esclarece que

Ha um sem numero de aparelhos para preparar o café. As cafeteiras mais usuas e as melhores são as de porcellana ou vidro, especialmente preparado, providas de um filtro de sacco de flanela no qual se introduz o café em pó. Dosada devidamente a quantidade de agua, de accordo com a do pó, no gráu de moagem convenientemente (geralmente o chamado granulado), e, evidentemente, o numero de chcaras (a pequena chcara de cafe á brasileira tem 50 a 60 c.c. de capacidade e a quantidade de pó vae de 6 a 12 grs., conforme o gráu de concentração que se quer obter), derrama-se pequena quantidade de agua (antes que entre em ebulição), sobre o pó o café (DIARIO OFFICIAL, 1934, p. 18922).

O curioso da citação acima é a referência feita à xícara para o consumo do café. O autor é muito preciso ao afirmar que a xícara para café que possui entre 50ml e 60ml (xícara pequena) é a xícara à brasileira. Se fizermos uma leitura conjunta das citações de Homero Leonel Vieira e de Carlos Pinheiro da Fonseca e associarmos ao grande número de xícaras pequenas para café encontradas no sítio arqueológico Praça Brigadeiro Sampaio (86 xicrinhas), podemos supor que o consumo de café em xícaras pequenas fosse uma peculiaridade, uma preferência, um hábito amplamente difundido nos grandes centros urbanos brasileiros na primeira metade do século XX, algo que não era observado na Alemanha, por exemplo. Além disso, suponho que o consumo de café em xicrinhas tenha sido uma invenção brasileira do início do século XX, nascida da prova de xícara.¹

O CAFEZINHO PERFEITO: UMA MISSÃO NACIONAL

Na seção anterior, fiz um breve levantamento de alguns elementos que, segundo a leitura dos cafeicultores brasileiros, entravavam o aumento do consumo do café brasileiro na Europa e que, em certo sentido, poderiam ameaçar a supremacia internacional do Brasil. O europeu, de acordo com a fala dos brasileiros, desconhecia o modo correto de preparar um café de qualidade superior. Da má torrefação às impróprias xícaras empregadas, das péssimas cafeteiras aos sucedâneos, dos bares e cafeterias mal instalados à falta de hábito em consumir o café, o europeu, de modo geral, pecava em todo o procedimento para o preparo e consumo da bebida. Isso, em hipótese alguma, representava um problema insolúvel. O Brasil, ou melhor, os representantes do capitalismo cafeeiro que falavam em nome do Brasil, tinham uma inabalável certeza sobre a sua missão frente aos países europeus. A missão tinha como foco disciplinar os paladares europeus, ensiná-los o *modus operandi* infalível para o preparo da bebida perfeita. Esse raciocínio fica muito evidente na transcrição a seguir: “Não é, pois, descabido que nós Brasileiros, os maiores produtores e abastecedores dos mercados mundiaes, grandes consumidores e apreciadores de café, estabelecamos o catecismo de tratamento do precioso cotyledon para que delle se extraia a bebida perfeita com o maximo de suas qualidades sápidas, aromaticas e hygienicas e que lhe apregoemos as propriedades” (DIARIO OFFICIAL, 1928, p. 7959).

A propaganda do café brasileiro no exterior pensava em corrigir o modo como os europeus preparavam e consumiam a bebida. As estratégias adotadas a fim de atingir a educação do paladar eram diversas. Nesse sentido, é interessante o relato do “commissario geral do Brazil na Exposição do Turim-Roma e da propaganda do café e de outros productos nacionaes no estrangeiro”. Segundo Antonio de Padua Assis Rezende, que assina o relatório,

A acção desta comissão deverá estender-se, finalmente, à ultima ramificação do caminho percorrido pelo nosso producto e remodelar os processos adoptados que, até, neste ponto, são imperfeitos. Já assignalámos ligeiramente o que nos cumpre fazer quanto ás torrefacções; mas a nossa acção deverá mesmo chegar ás casas onde se vende o nosso producto em liquido, aos hotéis, ás companhias de *wagons-lits*, ás companhias de vapores, ás casas de família, etc., demonstrando a perfeição de nossas cafeteiras e como se faz economicamente o emprego do pó, percorrendo assim a escala por que passa o café, nas suas várias manipulações, até ser reduzido á excellente bebida (DIARIO OFFICIAL, 1910, p. 7677).

1 Ver NUNES, 2014.

Nota-se que a cruzada propagandística visava alcançar as residências particulares, empresas, bares, restaurantes e quaisquer outros lugares recônditos onde o café fosse consumido. Do ponto de vista prático, é interessante observar um rápido exemplo de como era executada a aproximação entre os agentes cafeicultores e os consumidores europeus. O comissário Antonio de Padua Assis Rezende explica que

Por verificarmos a possibilidade de estender a nossa propaganda até as pequenas cidades de cada provincia, fizemos um excursão pelo Piemonte. Logo em Bussalia, fazendo experiencias praticas, conseguimos que o Sr. Bocaleri Giuseppe, proprietario do Hotel Appennino, com a mais expressiva satisfação, se encarregasse da venda do nosso pó, das nossas cafeteiras e até de ensinar como se deve preparar o café nas casas de família (DIARIO OFFICIAL, 1910, p. 7670).

É evidente que a estratégia do *tête-à-tête* estava inserida em um amplo “programma do Governo Brasileiro” que, através de comissões enviadas ao exterior, buscava firmar parcerias com as câmaras de comércio na Europa. Em Treviso, na Itália, o Sr. Isidoro Coletti, grande capitalista e presidente da *Camera di Commercio*, “[recebeu] com a maior satisfação o programma do nosso Governo, assegurou-nos o seu concurso e está disposto a entrar em accôrdo com a commissão para se encarregar da montagem de torrefacções e cafés modelos” (DIARIO OFFICIAL, 1910, p. 7671). O Brasil, através dos cafeicultores e instituições governamentais interessadas no comércio do café no exterior, estava verdadeiramente empenhado em modelar, disciplinar e ensinar os europeus a preparar e consumir o superior e inigualável café à brasileira.

Em uma economia capitalista, o lucro e a propaganda são vitais. É claro que um dos interesses principais dos cafeicultores brasileiros era atingir índices cada vez mais altos de produção e venda do café no exterior. Contudo, eu gostaria de frisar o quanto essa missão propagandística brasileira, que fomentava o crescimento dos lucros e a educação dos paladares europeus, incorporou um discurso patriótico e nacionalista. Penso que a fala do deputado Athié Jorge Coury, transcrita abaixo, exemplifica o meu argumento.

[...] o ideal seria uma organização para a distribuição do café na Europa, o que iria desde sua venda por atacado, até a venda em xícaras, facilitando toda a espécie de tamanho de negócios de café verde e torrado, competindo-lhe, também, a necessaria e indispensável propaganda. Teria um programa cívico-econômico com o fim primordial de alargar o mercado europeu para os cafés brasileiros e difundir o hábito de sua bebida, norteando um programa eminentemente patriótico e uma ação de alto alcance público (DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1954, p. 60).

Segundo entendo, a questão do comércio cafeeiro na Europa está sendo pensada por um viés nacionalista. Quando o nobre deputado se refere a um “programa cívico-econômico” ou “programa eminentemente patriótico”, não resta dúvida de que a motivação para a ampliação dos mercados consumidores externos não se restringe aos interesses meramente econômicos. Revela-se, assim, uma espécie de capitalismo de coração quente, em que o sentimento patriótico opera como um importante elemento propulsor da política econômica expansionista pensada pelos grandes cafeicultores. Caso semelhante foi observado na fala de Hannibal Porto, em 1926. Este, ao referir-se ao empenho do Dr. Laurindo Ribeiro no combate à falsificação do café na Itália, elogia o “[...] compatriota [...] que tão zeloso se mostrou com o seu gesto patriotico perante a Camara de Commercio Italo-Brasileiro de Milão” (DIARIO OFFICIAL, 1926, p. 5451). Percebe-se que ambos os atores não falam somente em nome dos cafeicultores, pelo contrário, eles falam em nome do país, da pátria, da nação. O projeto expansionista, para além dos ganhos econômicos ou financeiros, alimenta-se de um sentimento nacionalista.

BREVE EPÍLOGO

Aos brasileiros, com relação ao consumo do café, tudo soava estranho em boa parte da Europa: a torrefação, o preparo da bebida, os sucedâneos e as misturas, as instalações onde a bebida era vendida e as xícaras onde o café era consumido. Este estranhamento escancarava a fronteira cultural entre brasileiros e europeus. Os indivíduos que representavam os interesses do capitalismo cafeeiro brasileiro na Europa, para além das preocupações estritamente financeiras que estas diferenças poderiam acarretar, sentiram-se motivados a reproduzir discursos em nome da nação. O grande sujeito, que tomava corpo a cada fala dos brasileiros, era a nação brasileira. O solo, a fazenda, o fruto do café, a torrefação, a cafeteria, a preparação da bebida e a xícara passaram pelo crivo do discurso nacionalista e foram alçados à categoria de o *nosso* solo, as *nossas* fazendas, o *nosso* fruto do café, a *nossa* torrefação, as *nossas* cafeterias, o *nosso* modo de preparar o café e as *nossas* xicrinhas para café. A nação, por intermédio destes brasileiros que experimentaram uma zona de fronteira entre Brasil e Europa, foi coletivamente criada, evocada e mobilizada como um ente capaz de educar o paladar europeu para sorver o melhor café do mundo – o café à brasileira.

A retórica nacionalista não está amparada unicamente nas abstrações presentes nas fontes escritas pesquisadas. A nação, enquanto megaprojeto moderno, requer a orquestração de inúmeras formas de agenciamento. Os objetos não foram excluídos desse processo de construção e manutenção da ideia de nação brasileira na primeira metade do século XX. Neste caso, a fim de retomar brevemente o início deste texto, as 86 xicrinhas para café, desenterradas de um sítio arqueológico em Porto Alegre/RS, podem ser interpretadas como partícipes na manutenção de certa brasilidade. O uso de xicrinhas próprias ao consumo do café, em comparação ao observado em diversos países europeus na primeira metade do século XX, aparece como algo tipicamente brasileiro. O difundido e peculiar uso desses objetos em território nacional foi ironicamente ressaltado por brasileiros que viviam na condição de estrangeiros na Europa. Ou seja, os “homens do café” que experimentaram zonas de intersecção entre o “aqui dentro” e o “lá fora” foram capazes de enxergar com invejável lucidez como as xicrinhas para café estavam intimamente relacionadas ao contexto cultural brasileiro e, além disso, como essas xícaras deveriam ser mobilizadas em território europeu a fim de demarcarem o correto e insubstituível jeito brasileiro de consumir o café. Sendo assim, as gigantescas aspirações nacionalistas, que buscam articular enormes agrupamentos humanos, contam com a ação da vida material na sua sutileza e quase imperceptibilidade, desafiando, por fim, os que imaginam que a nação brasileira não caiba em pequenas xícaras para café.

REFERÊNCIAS

- ACTON, Lord. Nacionalidade. In: BALAKRISHNAN, G. (Org.). *Um mapa da questão nacional*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.
- ANDERSON, Benedict. *Comunidades imaginadas*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- BEAUDRY, Mary. Reinventing Historical Archaeology. In: CUNZO, Lu Ann De; HERMAN, Bernard. *Historical Archaeology and the study of American Culture*. Tennessee: Tennessee Press, 1996.
- BERLIN, Isaiah. *Estudos sobre a humanidade: uma antologia de ensaios*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- BHABHA, Homi. *O local da cultura*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1998.
- CALHOUN, Craig. *Nacionalismo*. Buenos Aires: Libros dels Zorzal, 2007.
- CHATTERJEE, Partha. *La nación em tiempo heterogéneo y outros estudios subalternos*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2008.
- HUTCHINSON, John. Ethnicity and modern nations. *Ethnic and Racial Studies*. Vol. 23, n. 4, p. 651-669, 2000.
- JUNCO, José Álvares. *El nombre de la cosa: debate sobre el término nación y outros conceptos relacionados*. Madrid: Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, 2005.
- KEDOURIE, Elie. *Nacionalismo*. Madrid: Centro de Estudios Constitucionales, 1988.
- LITTLE, Barbara. Historical Sources. In: BALME, Jane; PATERSON, Alistair. *Archaeology in practice: a student guide to archaeological analyses*. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.
- NUNES, Daniel Minossi. *Nos bares, cafês e restaurantes de Porto Alegre: cultura material e o ideário moderno em meados do século XX*. (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.
- OLIVEIRA, Alberto Tavares Duarte de. *Plano de trabalho para monitoramento arqueológico junto à obra de instalação da linha de transmissão subterrânea 230KV, nas praças Júlio Mesquita e Brigadeiro Sampaio – Município de Porto Alegre/RS*. Relatório técnico final. Porto Alegre, 2012.
- WAGNER, Roy. *A invenção da cultura*. São Paulo: Cosac Naify, 2012.

FONTES IMPRESSAS

- DIARIO OFICIAL. Relatório do primeiro trimestre de 1905. Vice-Consulado em Bremen. Ministério das Relações Exteriores. Rio de Janeiro, p. 6576, 19 set. 1905.
- DIARIO OFICIAL. Relatório geral enviado ao Sr. ministro da Agricultura, Industria e Commercio pelo commissario geral do Brazil na Exposição do Turim-Roma e da propaganda do café e de outros productos nacionaes no estrangeiro. Rio de Janeiro, p. 7669, 23 set. 1910.
- DIARIO OFICIAL. Parecer n. 10. Serviço de Comissões. Conselho Superior de Commercio e Industria. Rio de Janeiro, p. 5450, 09 março 1926.
- DIARIO OFICIAL. Relatório do addido commercial do Estado do Rio Grande do Sul junto às Embaixadas e Legações do Brasil na Europa, relativo ao anno de 1926. Rio de Janeiro, p. 7959, 23 mar. 1928.
- DIARIO OFICIAL. Factos e cousas do café. Rio de Janeiro, p. 18918, 14 set. 1934.
- DIARIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. 132ª Sessão Ordinária, da 4ª Sessão Legislativa, da 2ª Legislatura, realizada em 19 de novembro de 1954. São Paulo, p. 46, 20 nov. 1954.

Recebido em: 11/06/2018
Aprovado em: 23/09/2018
Publicado em: 30/11/2018

**ARQUEOLOGIA PÚBLICA E SUA PRÁXIS SOCIAL: UMA CONTRIBUIÇÃO
NECESSÁRIA PARA A PRESERVAÇÃO DE RECURSOS ARQUEOLÓGICOS E
INTERAÇÃO SOCIAL**

***PUBLIC ARCHAEOLOGY AND ITS SOCIAL PRAXIS: A NECESSARY CONTRIBU-
TION TO THE PRESERVATION OF ARCHAEOLOGICAL RESOURCES AND SO-
CIAL INTERACTION***

Laize Carvalho de Sousa

Como citar este artigo:

SOUZA, Laize Carvalho de. Arqueologia Pública e sua práxis social: uma contribuição necessária para a preservação de recursos arqueológicos e interação social. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 80-97, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Arqueologia Pública e sua práxis social: uma contribuição necessária para a preservação de recursos arqueológicos e interação social

Laize Carvalho de Sousa*

Resumo: O presente artigo discute a Arqueologia Pública, entendida como uma disciplina destinada a interagir e dialogar com a sociedade. Busca destacar conteúdos relacionados a perspectivas de Arqueologia Pública em projetos arqueológicos identificando o panorama das ações desenvolvidas entre 2011 a 2015 nos estados do Piauí e Rio Grande do Norte, refletindo sobre a relação da Arqueologia Pública num contexto capitalista e a preservação de recursos arqueológicos. O estudo é resultado de uma pesquisa documental em relatórios de pesquisas arqueológicas no IPHAN do Piauí e Rio Grande do Norte e contará com a análise e interpretação gráfica. Os resultados obtidos apontam um número pequeno de projetos com perspectivas em Arqueologia Pública em solo piauiense e potiguar, com destaque às ações de Educação Patrimonial. Sendo assim, propõe-se que é necessário refletir sobre a socialização do conhecimento arqueológico através da interação social para a preservação de recursos arqueológicos.

Abstract: The present article discusses the Public Archeology, understood as a discipline designed to interact and dialogue with society. It seeks to highlight contents related to the perspectives of Public Archeology in archaeological projects, identifying the panorama of the actions developed between 2011 and 2015 in the states of Piauí and Rio Grande do Norte, reflecting on the relationship of Public Archeology in a capitalist context and the preservation of archaeological resources. The study is the result of a documentary research in the IPHAN of Piauí and Rio Grande do Norte and will feature graphic analysis and interpretation. The results obtained indicate a small number of projects with perspectives in Public Archeology in Piauí and Potiguar soil, with focus on Heritage Education actions. Thus, it we propose the necessity of considering the socialization of archaeological knowledge through social interaction for the preservation of archaeological resources.

Palavras Chave:

Arqueologia Pública; Capitalismo; Preservação.

Keywords:

Public Archeology; Capitalism; Preservation.

*Mestra em Arqueologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Brasil. E-mail: laizecarvalho@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Para iniciar minha contribuição no campo da Arqueologia Pública, partirei do aspecto de que a preservação do patrimônio é sem dúvida algo essencial para as sociedades, como também é necessária a socialização de informações para que os cuidados com esse sejam de fato executados pelas pessoas.

A relação estabelecida entre o patrimônio e as pessoas é sem dúvida essencial, porque no patrimônio está explícita a herança cultural de cada povo e sociedade. A memória está associada a essa dinâmica da relação existente entre patrimônio e identidade cultural da coletividade social. E como o patrimônio é um importante agente educativo, quando o arqueólogo mantém uma interação com a sociedade vislumbrando a socialização do patrimônio arqueológico através de ações educativas, possibilita que o público entenda que o trabalho realizado pelo/a arqueólogo/a pode ir além da “descoberta” de vestígios.

E uma das formas de socializar o patrimônio arqueológico é através da Arqueologia Pública, por meio de diálogos e interação com a comunidade. Parafraseando Aloísio Magalhães (1997), “a comunidade é a melhor guardiã do seu patrimônio [...]” porque, segundo ele, “só se protege o que se ama, só se ama o que se conhece [...]” (MAGALHÃES, 1997, p. 190). A partir desses diálogos são constituídos mecanismos para se chegar às práticas de preservação e conservação do patrimônio local.

Partindo desse pensamento, é de fundamental importância destacar o papel da Arqueologia Pública que, segundo Bezerra (2011, p. 62), visa “compreender as relações entre as distintas comunidades e o patrimônio arqueológico, considerando o impacto do discurso acadêmico e sua visão de mundo, o lugar de suas narrativas na construção e a gestão dos bens arqueológicos”. Uma vez que:

[...] a responsabilidade social e profissional da Arqueologia remete à existência de questões dentro da mesma que vão além de problemas teóricos e metodológicos. Esses temas podem ser considerados questões públicas da Arqueologia, pois estariam situados na interface da Arqueologia com a sociedade. Ambas possuem interesses convergentes e divergentes, visto que a sociedade é formada por um conjunto de indivíduos que estão agrupados ou podem ser reunidos em números segmentos específicos (ex. faixa etária, classe social, grupo profissional, local de moradia, etc.) (FERNANDES, 2007, p. 6-7).

Como foi descrito acima, a responsabilidade social e profissional é inerente à interface da Arqueologia com a sociedade e merece uma análise dentro da perspectiva arqueológica, bem como a implicação do esforço de inserir a *práxis* social do arqueólogo no processo de interação social e democratização da Arqueologia para a preservação do patrimônio arqueológico.

Outro fator que merece atenção dentro da Arqueologia Pública é saber que ela está ligada à dinâmica das relações capitalistas inseridas nas sociedades contemporâneas. E que os trabalhos no campo da Arqueologia Pública estão afeitos às questões políticas e sociais, as quais contribuem para o interesse da sociedade nos aspectos científicos, econômicos e educacionais.

A importância social da Arqueologia não é apenas com o passado, mas também com atuações que envolvem a compreensão do presente. Nesse sentido, o desafio da Arqueologia Pública é não apenas ser mais uma disciplina, mas ser capaz de atuar de modo a promover o pensamento reflexivo sobre a própria *práxis* arqueológica em todos os níveis.

Considerando a Arqueologia Pública como um campo de pesquisa destinado a dialogar com a sociedade para garantir a proteção e preservação do patrimônio, busquei apresentar um panorama das ações desenvolvidas em projetos arqueológicos (2011-2015) no Piauí e no Rio Grande do Norte com perspectivas de Arqueologia Pública.

Nesse caminho, almejei compreender como a Arqueologia Pública foi introduzida nos anos de 2011-2015 nos estados do Piauí e do Rio Grande do Norte; argumentar sobre a inserção e/ou importância da Arqueologia Pública em projetos arqueológicos para a preservação do patrimônio cultural arqueológico; e discutir sobre a relação da preservação dos bens culturais e arqueológicos num contexto capitalista, uma vez que, ao mesmo tempo em que ele pode desencadear a destruição

do patrimônio, pode promover o acesso ao conhecimento deste.

No presente artigo apresento os resultados obtidos a partir da pesquisa documental realizada no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), instituição federal criada em 1937, que se constitui como um órgão responsável por preservar, divulgar e fiscalizar os bens culturais brasileiros, além de garantir a utilização desses bens pela atual e futura geração. No IPHAN do Piauí foram disponibilizados para pesquisa 53 relatórios e no IPHAN do Rio Grande do Norte foram disponibilizados 247 relatórios.

De posse desse material disponibilizado pelo IPHAN de cada estado da pesquisa, as informações coletadas foram organizadas em uma tabela (Tabela 1), desenvolvida com a finalidade de se construir um banco de dados, organizando de maneira sistemática as informações para ter-se um panorama quantitativo da presença/ausência de ações desenvolvidas com perspectivas de Arqueologia Pública em projetos arqueológicos entre os anos de 2011 a 2015, nos estados do Piauí e Rio Grande do Norte.

Tabela 1 – Critérios para análise dos relatórios

Ano	Estado	Natureza da pesquisa: acadêmica X Contrato	Presença/ausência: Educação Patrimonial e/ou Arqueologia Pública	Ações desenvolvidas e público-alvo

Temos consciência de que nossa discussão é produto reflexivo de uma síntese, organização e interpretação da análise de dados gráficos sobre as informações encontradas nos relatórios de projetos arqueológicos dos estados referentes à pesquisa e que não estaremos isentos do nosso lugar social de fala. Então, empenhamo-nos em oferecer um olhar sobre a *Arqueologia Pública e sua Práxis Social: uma contribuição necessária para a preservação de recursos arqueológicos e interação social*.

Espero, assim, contribuir para a disseminação de dilemas e reproduzir pensamentos críticos acerca da Arqueologia Pública e ao mesmo tempo fica o convite para uma vigília crítica no contexto brasileiro, pois é um desafio a concretude do desenvolvimento de uma Arqueologia Pública para todos os públicos em meio às dualidades que o sistema capitalista produz.

ARQUEOLOGIA PÚBLICA: PRESERVAÇÃO E INTERAÇÃO SOCIAL

O conceito de Arqueologia Pública surge em meio às transformações e mudanças de pensamento das sociedades e do fazer científico, após as novas maneiras de pensar e olhar o mundo com o fim da Segunda Guerra Mundial e o advento do pós-modernismo. Como resultado desse processo, as ciências passaram a interagir com os grupos sociais, pois “as pessoas não são suportes passivos de estruturas e de sistema, mas são agentes dos processos sociais” (CONSTANTINO, 1996-1997, p. 12). Novas chaves de interpretações foram consideradas como fonte de pesquisa, levando em consideração a participação social na construção das pesquisas.

A definição de Arqueologia Pública entendida como ação com o povo, voltada para o público, que permite que tenhamos uma ciência aplicada em benefícios das comunidades e segmentos sociais (FUNARI; ROBRANH-GONZÁLEZ, 2006, p.3), emerge nesse contexto de ruptura de ideias.

Por longos anos a Arqueologia foi uma ciência fechada em si mesma, focada “na única fala dos fazeres técnicos e numa epistemologia cartesiana” (MRZOWSKI, 1999 *apud* REIS, 2007, p.35), que pouco acreditava que existia algo para ser apreendido com a participação da sociedade nas pesquisas. Mas o pensamento pós-processual veio instaurar um debate crítico e necessário no campo teórico arqueológico. O ideal proposto era entender o passado em conexão com o presente, na prática da interpretação (SHANKS; TILLEY, 1987, p. 260).

As preocupações da Arqueologia pós-processual em torno dos aspectos públicos, políticos e práticos, em defesa de uma responsabilidade social entre academia e público nas discussões da disciplina arqueológica, veio revitalizá-la para não se fechar em si mesma, sem olhar para o mundo e sociedade em que se insere. Uma de suas principais contribuições para a Arqueologia Pública está relacionada à maior visibilidade do contexto histórico e social na produção do conhecimento arqueológico e o reconhecimento dos arqueólogos de sua intransferível missão no comprometimento com os grupos sociais.

A atuação social do/a arqueólogo/a passou a ser um tema de particular relevo e importância para preservação dos recursos arqueológicos. Uma vez que:

[...] a Arqueologia deixou por muito tempo para a equipe de não-arqueólogos (incluindo caçadores de tesouros, amadores, saqueadores e romancistas) a missão de propagar suas descobertas e interpretações, não raro de modo distorcido. Nos últimos anos, todavia, os arqueólogos começaram a introduzir em sua rotina de trabalho diferentes ações referentes à agenda em arqueologia pública, como educação, integração com a comunidade e proteção/preservação de sítios arqueológicos (ROBRAHN-GONZÁLEZ, 2006, p. 65).

Segundo a autora, Robrahn-González (2006), foi a partir da introdução da Arqueologia Pública na *práxis* arqueológica que as ações de socialização do conhecimento arqueológico foram sistematizadas e desenvolvidas de forma mais adequada. A *práxis* da Arqueologia Pública descortina-se na interação com o público em que está inserido o trabalho realizado pelo arqueólogo. E desenvolve-se como um campo interdisciplinar, tendo como um de seus principais objetivos possibilitar a interação com a sociedade para a preservação dos recursos arqueológicos (FUNARI; ROBRAHN-GONZÁLEZ, 2006, p.3).

A partir desse novo olhar voltado para a socialização do conhecimento, a pesquisa arqueológica passou a ter um compromisso social, uma prática engajada construindo diálogos com as diferentes comunidades, permitindo que elas façam parte da prática arqueológica nas interpretações sobre o passado, deixando de olhar somente para o passado para assumir seu fazer social na compreensão do presente e envolvimento com o passado.

Essa compreensão e colaboração provindas da participação comunitária também proporciona maior entendimento do pesquisador sobre a relação estabelecida (valorização/vínculo) entre a comunidade e os bens patrimoniais, pois nem sempre os sítios arqueológicos estão ativos nas lembranças das comunidades (SANTOS, et. al, 2012, p.10). Então a Arqueologia pode exercer um papel significativo no processo de construção de ligações entre o presente e o passado através da preservação da história e das tradições e da valorização do patrimônio cultural (MCMANAMOM 2000; FUNARI; ROBRAHN-GONZÁLEZ, 2008).

Dentre as várias maneiras que se pode trabalhar com as comunidades é comum a presença de projetos de Educação Patrimonial “[...] um processo permanente e sistemático centrado no patrimônio cultural como instrumento de afirmação da cidadania” (FERNANDES, 2007, p. 62), que dialogam com práticas e perspectivas em Arqueologia Pública. Essas ações educativas possibilitam o desenvolvimento de projetos com uma perspectiva de Arqueologia Pública em sentido amplo, pois busca firmar a cidadania diante do próprio contexto cultural em que os indivíduos estão inseridos.

Dessa maneira,

[...] à medida que o cidadão se percebe como parte integrante do seu entorno, tende a elevar sua autoestima e valorizar a sua identidade cultural. Essa experiência permite que esse cidadão se torne um agente fundamental da preservação do patrimônio em toda a sua dimensão. O conhecimento adquirido e a apropriação dos bens culturais por parte da comunidade constituem fatores indispensáveis no processo de conservação integral ou preservação sustentável do patrimônio, pois fortalece os sentimentos de identidade e pertencimento da população residente, e ainda, estimula a luta pelos seus direitos, bem como o próprio exercício da cidadania. (PELEGRINI, 2006, p. 127).

Como foi citado acima, para que essa identidade seja fortalecida é necessária a aquisição do conhecimento e apropriação dos bens culturais que favorecem a preservação do patrimônio. É a partir de conhecimentos adquiridos que os cidadãos se formam agentes fundamentais de preservação em todas as suas dimensões.

Um relacionamento profícuo dentro da comunidade fornece a Arqueologia Pública à produção de conhecimento, gera cidadania, e, assim, transforma-se em processo dinâmico de transformação social. Pois “a razão última para nossa ação é trabalhar para e com tais públicos” (FUNARI, et al., 2008, p. 131), para fortalecer a concepção de agentes em defesa do patrimônio, conhecendo primeiro a realidade do que eles consideram como patrimônio, assim, a atuação do profissional de arqueologia alcança sua proposta ética.

Nessa aproximação com a comunidade, o arqueólogo deve valorizar e respeitar as diferenças que os grupos sociais atribuem às suas vivências, garantindo a diversidade de conhecimento acerca do passado em que se considere a pluralidade significativa de reapropriações e ressignificações do patrimônio arqueológico pelas pessoas. Envolvendo as pessoas no fazer Arqueologia, desmitificando a ideia de que o arqueólogo veio buscar tesouros escondidos debaixo da terra, ou que veio “levar” informação, veio “levar” patrimônio.

Nesse sentido, a relação simétrica estabelecida, pensando junto com a população questões relacionadas ao patrimônio, possibilitará a atuação da Arqueologia Pública a partir das demandas das pessoas, reafirmando a relação que elas querem estabelecer com o patrimônio, reconhecendo os saberes, os fazeres, os valores determinados pela comunidade. Para se saber quais políticas públicas podem ser adotadas, dentro do universo das representações sociais, que promovam a valorização e identidade local.

É necessário, então, discutir junto à comunidade: qual é o papel do arqueólogo? Em que aspectos poderá se contribuir em meio às relações sociais, econômicas e patrimoniais atuantes no interior de empreendimentos econômicos?

O contato e a parceria da comunidade em pesquisas arqueológicas ligadas a empreendimentos econômicos pode trazer uma rica contribuição para a interação com o repertório sociocultural, permitindo o resgate no interior da pesquisa, da dimensão de produção coletiva do conhecimento e da realidade. Isso porque o relacionamento constante e flexível com a comunidade favorece a compreensão dos fatores políticos, sociais, culturais e arqueológicos que se expressam no ambiente da pesquisa arqueológica. Do contrário, a distância entre arqueólogo/a e comunidade compromete a eficácia das ações de Educação Patrimonial e Arqueologia Pública nos projetos de maior envergadura.

Por isso, o papel social do arqueólogo/a dentro da sociedade é tão importante, pois ele aprende com a própria comunidade sobre o olhar que a mesma tem em relação ao patrimônio e através de ferramentas da Arqueologia Pública (diálogos e mediação) se abre um caminho para construir, juntos, sentidos e significados ao patrimônio.

A aproximação do/a arqueólogo/a junto à comunidade estimula o surgimento de um ambiente mais aberto ao compartilhamento de saberes e informações dos fatores que envolvem o aspecto arqueológico dentro da comunidade com as contribuições que ela pode levar para o arqueólogo abranger o universo de trabalho, onde podem surgir novas demandas, isto é, novas pesquisas que podem alargar o patrimônio e até a produção de novas pesquisas que promovam novos conhecimentos.

Isto porque o patrimônio arqueológico está ligado a laços de “referência à identidade, à ação, e à memória dos diferentes grupos da sociedade”, como destaca o artigo 216 da Constituição de 1988. Sendo assim, o/a arqueólogo/a passa a ser um articulador entre patrimônio arqueológico e sociedade, incentivando a comunidade a conhecer a Arqueologia e participar da construção do conhecimento do patrimônio arqueológico.

Na verdade, como dito outrora, o/a arqueólogo/a promove junto à comunidade, através da interação social, possibilidades de definições daquilo que a comunidade considera como patrimônio visando a valorização dos bens arqueológicos e culturais. Ou seja, temos que começar a ouvir mais as pessoas, para que o patrimônio não seja algo simplesmente definido por nós, arqueólogos. Porque, na realidade, definir patrimônio é definir o que queremos que seja preservado. Em outras palavras, é essencial que a interpretação do patrimônio seja elaborada de maneira construtiva.

Dessa forma, realizar diálogos horizontais tem reverberações mais profundas, pois aproxima a comunidade e abre as portas para a participação nas escolhas do que se deseja manter e preservar. Essa troca de diálogos e saberes promove o conhecimento e a interação entre pesquisador e população. Com isso, vem-se derrubando muitas barreiras, sobretudo no que diz respeito à relação entre arqueólogo e sociedade. A sociedade hoje colabora e participa das pesquisas arqueológicas, trazendo um novo olhar para as investigações e descobertas arqueológicas.

OS DESAFIOS DA ARQUEOLOGIA PÚBLICA INSERIDA NUM CONTEXTO CAPITALISTA

A Arqueologia tem expandido sua atuação no Brasil acompanhando os projetos de desenvolvimento econômico, produzindo, conseqüentemente, profundas implicações para a atuação do/a arqueólogo/a dentro desse cenário transformador. Emerge nesse contexto o desenvolvimento da Arqueologia de Contrato¹, uma nova modalidade de pesquisa arqueológica atrelada ao licenciamento ambiental, “sendo uma das missões do arqueólogo envolvido nesses estudos contribuir, no presente, para que a construção do futuro não se faça à custa do passado” (CALDARELLI; SANTOS, 1999-2000, p. 54).

Os instrumentos para a obtenção do licenciamento ambiental são o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Esses documentos devem conter obrigatoriamente os estudos arqueológicos da área onde será implantado o empreendimento quando os projetos de desenvolvimento econômico forem potencialmente impactantes.

De acordo, com a Resolução CONAMA nº 001/86 é preciso avaliar os impactos sobre os bens culturais da comunidade, entender as relações dinâmicas do meio ambiente cultural no sistema sociocultural de uma determinada comunidade e a agência dos bens culturais tão latentes nas populações afetadas pelos empreendimentos no âmbito do licenciamento.

Quando tais aspectos são desconsiderados no licenciamento ambiental há perdas irreparáveis dos bens culturais interferindo diretamente nos chamados “portadores de referência à identidade, à ação e à memória dos diversos grupos formadores da sociedade brasileira”.

Com o intuito de mitigar os impactos causados por empreendimentos econômicos atrelados ao capitalismo, a execução destes em território brasileiro se encontra vinculada a licenças ambientais previstas em determinações legais, salvaguardando a possibilidade de preservação do patrimônio arqueológico pré-histórico e histórico (SANTOS, 2011, p. 61), de maneira a conciliar as licenças ambientais com a necessidade de estudos preventivos de Arqueologia.

¹ “Do ponto de vista do rigor das exigências científicas e da qualidade do conhecimento que deverão produzir, não deve haver diferença substancial entre ‘arqueologia acadêmica’ e arqueologia contratual, de salvamento, empresarial. A pesquisa arqueológica deve orientar-se, sempre, para a identificação dos sistemas de ocupação territorial, na estrutura, funcionamento e transformações” (MENESES, 2007, p. 45).

A aprovação de aportes legais para preservação e proteção do patrimônio arqueológico é um aspecto que contribui de maneira significativa para que na realização de trabalhos arqueológicos ligados à Arqueologia de Contrato ocorra o desenvolvimento de atividades visando a socialização patrimonial por ações junto à comunidade sobre Educação Patrimonial em decorrência da implantação de empreendimentos.

A arqueologia no cenário do licenciamento ambiental está ligada diretamente às relações capitalistas, as pesquisas arqueológicas se apresentam como integrantes do processo de crescimento econômico. No entanto, as relações capitalistas constituem um desafio para a preservação de recursos arqueológicos que é importante para a compreensão do passado, devido ao modo de apropriação do valor simbólico que este representa para tal sociedade.

Se por um lado nunca houve tanto sítio arqueológico “descoberto” contribuindo para o conhecimento histórico e arqueológico, por outro, o impacto e a degradação ao patrimônio arqueológico são um problema que tem aumentado em larga escala pelos empreendimentos econômicos.

No entanto, a questão é muito mais sensível quando implica no deslocamento compulsório de pessoas que moram em áreas diretamente afetadas pela construção de empreendimentos. Sem levar em conta as associações que as pessoas mantêm com seu meio ambiente cultural, “que agrega valores fundamentais da comunidade, retratando a sua memória, a sua identidade e a sua história” (CORREIA, 2004, p.41). Uma vez que a relação decorrente do meio ambiente e patrimônio cultural reverbera na sociedade.

Diante desse contexto, a exigência de atuação profissional com um comprometimento ético voltado à defesa do patrimônio torna-se emergente, uma vez que o/a arqueólogo/a não pode ficar refém do capital. Sem dúvida um desafio para a atuação profissional.

Mediante esses dilemas do crescimento econômico que necessitam de mediação, a Arqueologia Pública exerce um papel importante no que diz respeito às questões sociais entre empreendedores, arqueólogos e população, visando à abertura de estratégias que favoreçam o gerenciamento do patrimônio cultural e à clarificação do interesse entre ambos através de diálogos.

A Arqueologia Pública pode contribuir para a identificação e registro dos bens culturais de uma determinada comunidade que não tenha a proteção instituída como elementos importantes do patrimônio cultural brasileiro, no sentido de garantir o conhecimento e a valorização da identidade local dessa população, para que tais bens não venham a ser sumariamente desvalorizados na hora da implantação de projetos de desenvolvimento econômico, por exemplo.

Sendo assim, a Arqueologia Pública é:

[...] um campo de pesquisa debate e aplicação da Arqueologia, destinado a dialogar com a sociedade sobre as questões públicas da disciplina (legislação, gestão, ética e educação), almejando garantir a proteção e preservação do patrimônio arqueológico, bem como, defender os interesses profissionais, científicos e públicos da Arqueologia. (FERNANDES, 2007, p. 47).

A Arqueologia Pública brasileira se encontra profundamente ligada à Arqueologia de Contrato, atrelada principalmente à prática da Educação Patrimonial (obrigatoriedade da inclusão de Educação Patrimonial em projetos de Arqueologia de Contrato, IN nº001/2015). A Educação Patrimonial desencadeada a partir de projetos de Arqueologia de Contrato relacionada à legislação de proteção ao patrimônio arqueológico envolve em seu processo a construção de um caminho para valorização das identidades culturais, conhecimento e preservação do patrimônio cultural de nossa sociedade.

Segundo Lima (2014), as ações educativas pertencem ao universo amplo da Arqueologia Pública e são bases importantes para a atuação junto aos diversos sujeitos com os quais a Arqueologia se relaciona. A Educação Patrimonial é uma ferramenta de trabalho da Arqueologia Pública e nas ações educativas seus caminhos se entrecruzam (LIMA, 2014, p. 63).

Por isso é indispensável a atuação não só de Educação Patrimonial, mas também de atividades diretamente relacionadas à Arqueologia Pública que são ferramentas relacionadas às questões sociais em Arqueologia. Partindo desse entendimento de que a preservação de recursos arqueológicos é um dos principais instrumentos para o desenvolvimento da racionalidade patrimonial, a Arqueologia Pública incentiva a reflexão sobre a identificação dos problemas advindos com os empreendimentos para com o patrimônio arqueológico e a busca de índices satisfatórios de desenvolvimento econômico e de preservação do patrimônio cultural e arqueológico.

É interessante ressaltar que a Arqueologia Pública:

[...] surgiu no contexto de globalização, portanto num quadro de franca expansão capitalista, que teve como impulso fundamental a revolução tecnológica. Graças à poderosa expansão tecnológica e de comunicação, a globalização, desde o início, vem se mostrando com uma dupla face: tanto favorece novas oportunidades quanto traz ameaça ao meio ambiente e à sociedade, sobretudo às comunidades tradicionais. (FUNARI; ROBRAHN-GOZÁLEZ, 2008; SANTOS, 2011, p. 66).

Como vimos acima, o contexto de surgimento da Arqueologia Pública tem uma relação direta com o capitalismo, tal relação é bastante divergente sobre a função que o desenvolvimento capitalista pode trazer, pois há uma dualidade: ora o capitalismo vai favorecer o patrimônio ora ameaçá-lo. Sendo assim, as relações capitalistas possuem duas vertentes e é o modo como é trabalhado que define os aspectos positivos e negativos, garantindo ou não a preservação de um determinado patrimônio.

Por isso, como apresenta Silva (2011, p.156), a Arqueologia de Contrato foi duramente criticada por muitos profissionais, devido aos efeitos que o “capitalismo selvagem” pode ter sobre um trabalho essencialmente de pesquisa científica, por outro lado, cumpre lembrar que os trabalhos de Arqueologia de Contrato possibilitaram a socialização da Arqueologia com a realização de ações de cunho educativo patrimonial, como também trouxe consigo a importância das discussões no contexto da Arqueologia Pública no Brasil, por sua relevância política e econômica, além de fomentar as discussões e produções de trabalhos científicos.

Logo, a Arqueologia de Contrato não deve ser vista apenas como uma atividade econômica, mas algo que pode ser agente de transformações sociais e culturais geradas como resultado direto do desenvolvimento econômico sustentável, quando ligada a ações de Arqueologia Pública buscando índices satisfatórios de desenvolvimento econômico e preservação do patrimônio cultural. A Arqueologia Pública exerce um papel de mediadora no processo de articulação de definição de estratégias voltadas à reflexão sobre o desenvolvimento sustentável, discutindo a importância de definir estratégias concretas para dialogar com o empreendedor, com o governo, para fazer propostas de gestão, de público, de mitigação.

DADOS SOBRE ARQUEOLOGIA PÚBLICA EM PROJETOS ARQUEOLÓGICOS (2011-2015)

A pesquisa permitiu uma análise geral de 300 relatórios de projetos de pesquisas de Arqueologia abrangendo a área acadêmica e projetos por contrato em solo piauiense e potiguar, sendo que, dos 300, apenas 53 correspondem ao universo dos projetos disponibilizados pelo IPHAN-Piauí e 247 foram disponibilizados pelo IPHAN-Rio Grande do Norte.

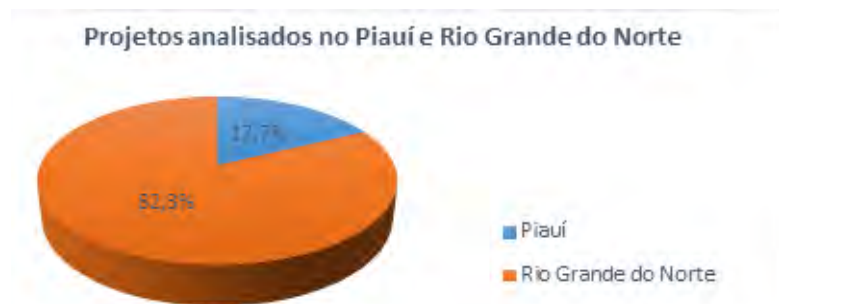


Gráfico 1 - Percentual dos projetos analisados no Piauí e Rio Grande do Norte (2011-2015)

Como apresentamos no gráfico acima, o valor percentual dos projetos analisados no estado do Piauí corresponde a 17,7% do total geral de projetos consultados e 82,3% do total geral de projetos disponibilizados para a consulta da pesquisa são do Rio Grande do Norte.



Gráfico 2 – Percentuais dos projetos analisados conforme a área de origem

Diante dos dados referendados pelo gráfico 2, podemos saber que o maior percentual dos projetos analisados corresponde aos projetos de Contrato nos dois estados pesquisados, ou seja, 100% dos projetos disponibilizados para consulta no IPHAN-Piauí pertencem à área da Arqueologia de Contrato e 99,60% dos projetos consultados no Rio Grande do Norte também são advindos da Arqueologia de Contrato. Outro aspecto importante a se considerar é que apenas 0,40% dos projetos disponibilizados pelo IPHAN-RN correspondem à área acadêmica.

Esse gráfico também nos permite compreender que o percentual de projetos por Contrato é maior, se comparado à área Acadêmica devido à abrangência de empreendimentos em solo piauiense e potiguar, favorecendo, assim, projetos na área de Contrato e sua relação com o capital.

O gráfico seguinte tem como objetivo apresentar a proporção da presença/ausência de ações de socialização do patrimônio arqueológico de acordo com o total de projetos analisados para a pesquisa. Ou seja, as ações de Educação Patrimonial e de Arqueologia Pública.



Gráfico 3 - Proporção da presença/ausência de socialização do patrimônio

Como apresentado no gráfico acima, em números foram 84,33% de projetos que apresentaram presença de ações voltadas à socialização do patrimônio, sendo verificada a ausência de ações em 15,67% dos projetos. Dando sequência à análise do gráfico 3, percebe-se que existe uma predominância de pesquisas desenvolvendo ações de Educação Patrimonial e/ou de Arqueologia Pública, e os motivos que nortearam essa configuração se devem ao cumprimento da legislação.

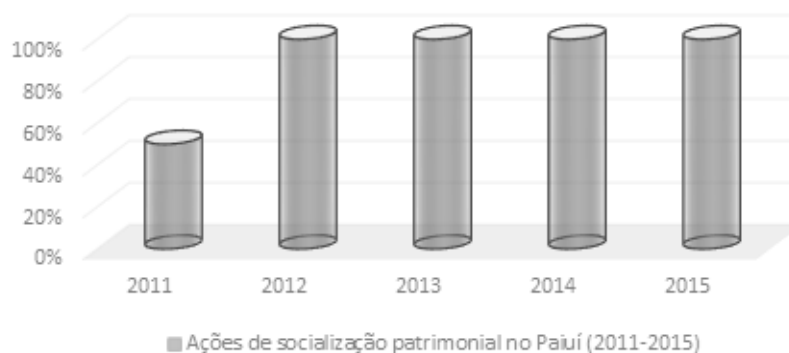


Gráfico 4 - Ações patrimoniais referentes às pesquisas arqueológicas realizadas no Piauí de 2011 a 2015

Como visualizado no gráfico acima, a grande maioria dos projetos analisados no estado do Piauí apresenta em seus relatórios ações de socialização do patrimônio, isto é, Educação Patrimonial e/ou Arqueologia Pública.

Vale pontuar, ainda, que no período analisado (2011 a 2015) apenas o ano de 2011, considerando os projetos referentes ao estado do Piauí, apresenta 50% de presença de ações de atividades patrimoniais. Ou seja, os anos seguintes, 2012, 2013, 2014 e 2015, se destacam com 100% de presença de ações voltadas à socialização do patrimônio cultural e arqueológico.

Pelo gráfico abaixo em exibição é possível observar que há uma tendência de crescimento relativamente constante no número de projetos com ações de socialização do patrimônio no período examinado, no estado do Rio Grande do Norte. Mesmo que, em 2013, esse número tenha um pequeno declínio em relação a 2012, o gráfico passa a ser ascendente a partir de 2013.



Gráfico 5 - Ações patrimoniais referentes às pesquisas arqueológicas realizadas no Rio Grande do Norte de 2011 a 2015

Diante dos dados apresentados no gráfico 5, podemos saber que o ano de 2011 apresentou 47,50% de ações educativas, o ano de 2012 apresentou 98,36%, o ano de 2013 92,10%, enquanto os anos seguintes, 2014 e 2015, alcançaram 100% de ações realizadas para a socialização do patrimônio a partir de ações educativas.

Os gráficos (6 e 7) a seguir têm por objetivo apresentar os projetos quanto à presença e/ou ausência de ações que contemplem a socialização do patrimônio arqueológico, de modo a permitir se traçar um cenário em perspectiva do desenvolvimento da Arqueologia Pública nos estados através dos projetos analisados.

O gráfico 6 indica que 92,22% dos projetos analisados referentes ao estado do Piauí contaram com a realização de ações de Educação Patrimonial, enquanto que apenas 1,89% dos projetos apresentaram uma perspectiva de Arqueologia Pública para realizar as atividades de socialização do patrimônio arqueológico.

Com relação à ausência de Educação Patrimonial e Arqueologia Pública, o número é relativamente pequeno quando observamos o total de projetos analisados, ou seja, apenas 1,89% não contaram com ações de cunho patrimonial.

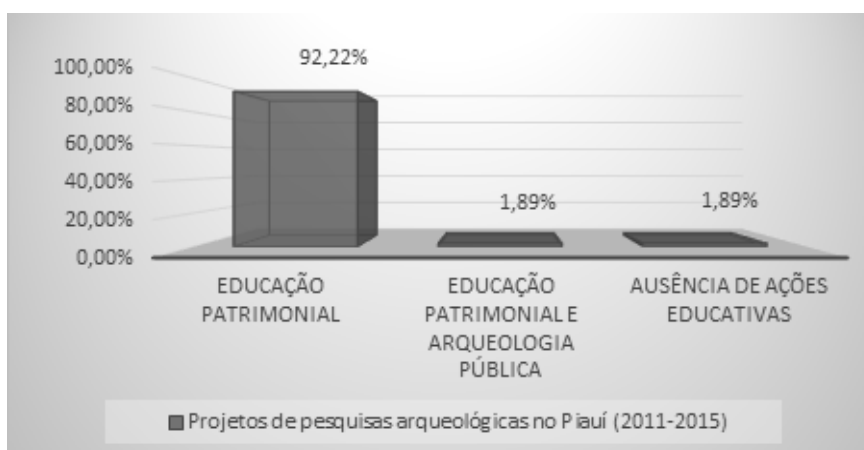


Gráfico 6 – Presença/ausência de ações com perspectivas de Arqueologia Pública em projetos do Piauí

O gráfico 7 informa que o percentual dos projetos analisados no Rio Grande do Norte que desenvolveram atividades de Educação Patrimonial corresponde a mais da metade dos projetos consultados, isto é, 65,18%. Em outras palavras, apenas 18,62% dos projetos se caracterizam pela ausência de ações patrimoniais.

Gráfico 7– Presença/ausência de ações com perspectivas de Arqueologia Pública em projetos do Rio Grande do Norte

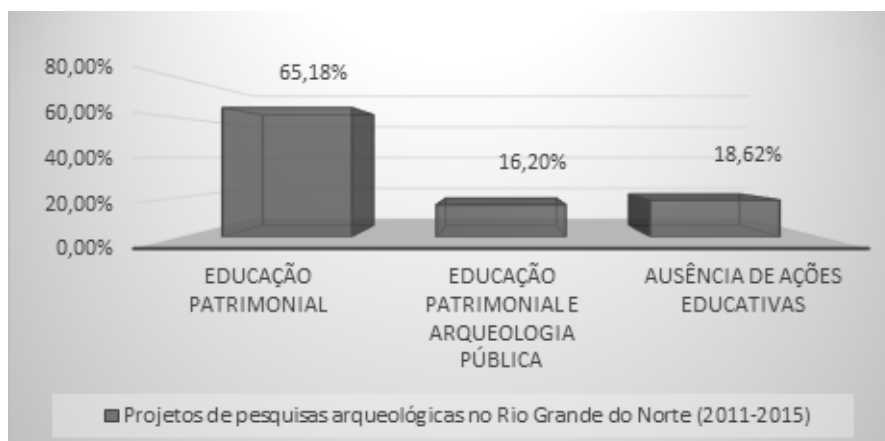


Gráfico 7– Presença/ausência de ações com perspectivas de Arqueologia Pública em projetos do Rio Grande do Norte

Ainda analisando o referido gráfico, nota-se que 16,20% dos projetos analisados no Rio Grande do Norte apresentaram ações de socialização patrimonial que, segundo os pesquisadores dos projetos, foram norteadas por perspectivas de Arqueologia Pública.

Ainda sobre os relatórios analisados, podemos dizer que houve uma grande semelhança nas ações patrimoniais realizadas nos dois estados pesquisados, como será apresentado, a seguir, nos gráficos 8 e 9.

O gráfico 8 pontua as ações educativas realizadas pelos projetos de pesquisas arqueológicas no estado do Piauí. O que se percebeu é que essas ações foram desenvolvidas como consequência ao cumprimento da legislação referente ao patrimônio, ou seja, todas as ações foram desenvolvidas no âmbito de projetos pertencentes à área da Arqueologia de Contrato. Como foi apresentado no gráfico 2, todos os projetos consultados no IPHAN-PI são advindos da Arqueologia de Contrato.



Gráfico 8 – Ações de socialização do patrimônio realizadas no Piauí (2011-2015)

Um ponto importante que não posso deixar de destacar é que 3,85% das ações correspondem apenas à distribuição de material educativo e/ou distribuição de material de divulgação como ação de socialização.



Gráfico 9 – Ações de socialização do patrimônio no Rio Grande do Norte (2011-2015)

No gráfico em exposição acima, é apresentada as ações que se destacaram para a socialização da Arqueologia e do patrimônio no estado do Rio Grande do Norte. Cabe dizer que as ações em forma de palestras correspondem à grande maioria de 62,19%. Em seguida se destacam as ações de palestras e oficinas com 25,37%, ao passo que as ações em forma de palestras e visitas guiadas alcançam 4,98% e as ações de diálogos e distribuição de material educativo correspondem a 3,98%.

Ainda em relação ao gráfico 9 acima apresentado, percebe-se que 3,48% das ações correspondem a diálogos e exposição fotográfica referentes à cultura material encontrada nos sítios arqueológicos. Essas ações desempenharam uma tentativa de interação social entre pesquisador e comunidade, patrimônio e comunidade.

Pelos dados apresentados, gráficos 8 e 9, é possível analisar que uma grande parcela das ações educativas voltadas à socialização do patrimônio cultural se deu através de apresentações de informações e/ou instruções quanto ao patrimônio cultural, tendo como principais recursos na elaboração dos projetos palestras e oficinas. Porém, o objetivo da Educação Patrimonial vai além de uma simples distribuição de materiais educativos e/ou de divulgação, ou de palestras, embora a divulgação seja o início para a preservação das referências culturais que compõem o patrimônio cultural.

Oliveira (2011) aponta que uma ação educativa pode ter uma componente de divulgação, mas não deve ser confundida com esta. Portanto, “a Educação Patrimonial deve se constituir em ações que pressuponham uma intervenção específica com o objetivo de que o indivíduo se aproprie dos bens culturais e os preserve” (DEMARCHI, 2015, p. 209).

A IN nº 001/2015 não traz um detalhamento de como deve ser realizada as atividades referentes à Educação Patrimonial. Por outro lado, a instrução normativa trouxe avanços significativos com relação à portaria 230/2002, ao esclarecer pelo artigo 45, § 4º, que: “As atividades, pontuais, tais como: palestras e ações de caráter exclusivamente promocional, assim como atividade de esclarecimento e divulgação, não são suficientes para caracterizar Projeto Integrado de Educação Patrimonial”.

O que se percebeu sobre as ações de Educação Patrimonial é que há uma necessidade de explanação ou definição acerca dos critérios dos programas ou projetos que incluem a mesma. Assim, essa realidade mostra a fragilidade com que as ações podem ser desenvolvidas, que podem ter implicações, por exemplo, pela ausência de um planejamento adequado com a realidade local. É um risco quando o/a arqueólogo/a segue apenas uma obrigatoriedade legal, precisa-se do comprometimento de todos os envolvidos para que as ações não sejam apenas pontuais. De maneira geral, essas ações de Educação Patrimonial e/ou Arqueologia Pública foram desenvolvidas para a socialização, valorização e preservação do patrimonial cultural e arqueológico junto ao elenco de sujeitos sociais, como apresentado na figura 1, a seguir:



Figura 1- Público-alvo das ações de socialização

É interessante destacar que os atores sociais mais contemplados com as ações de socialização da Arqueologia e do patrimônio cultural são os estudantes, principalmente, crianças e jovens, pois os processos de socialização das atividades relacionadas às ações de Arqueologia Pública, no contexto analisado, se encontram enraizadas às pesquisas arqueológicas por Contratos e, principalmente, às ações de Educação Patrimonial desenvolvidas no ambiente escolar.

A participação social da comunidade em projetos de Arqueologia é indispensável, principalmente para crianças e jovens no desenvolvimento de capacidades de criticidade e de apropriação dos conhecimentos dos bens patrimoniais para construção da cidadania e de sua identidade.

A exigência da Educação Patrimonial representou avanço significativo no contexto da gestão e preservação do patrimônio cultural, ao passo que busca contribuir como um mecanismo para inclusão da sociedade num processo de gestão compartilhada do patrimônio que é, ou deveria ser, coletivo (Fernandes, 2007). Mas, para alcançar uma melhor articulação com a comunidade, as ações devem abandonar ideias feitas e acabadas sobre o discurso e conhecimento arqueológico para o público, e abraçar-se plenamente à reflexibilidade na mediação das relações sociais, a partir de ações educativas, estabelecendo interação entre sociedade e patrimônios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que pretendi aqui foi ressaltar a importância da Arqueologia Pública e sua *práxis* social como uma contribuição necessária para a socialização da Arqueologia através da interação e diálogos com os diversos públicos na busca da preservação dos recursos arqueológicos, tendo como principal elo a ampliação da participação social na construção do conhecimento arqueológico.

Ficou evidente pelos dados apresentados, tanto do estado do Piauí como do estado do Rio Grande do Norte, que o desenvolvimento das atividades voltadas à socialização do patrimônio necessita de uma elaboração com mais eficácia. Por isso, por mais que os pesquisadores coloquem que os projetos de Educação Patrimonial (gráficos 6 e 7) são norteados por uma perspectiva de Arqueologia Pública, ainda se configura como emergencial a utilização de meios difusos mais eficazes. Pois não basta informar a comunidade sobre a importância de se preservar o patrimônio arqueológico, mas refletir e discutir sobre as relações entre os vestígios e sua relação com as pessoas. Sendo papel da Arqueologia Pública contribuir para a inclusão social a partir do patrimônio e não impor uma leitura acadêmica e vertical da história do patrimônio de uma comunidade.

Embora seja pouco o número de projetos com perspectivas relacionadas à Arqueologia Pública, abre-se um importante espaço para tal importante discussão para que possamos dar novos passos para a inclusão da comunidade nas pesquisas arqueológicas, visto que a inclusão da comunidade em programas educativos torna-se o primeiro passo, em um longo caminho

para uma Arqueologia Pública que considere os diferentes tipos de saber: tanto científico como da comunidade, de modo que ambos os conhecimentos sejam utilizados para a preservação e gestão dos recursos arqueológicos.

Logo, a Arqueologia através do seu papel social contribui para a promoção, valorização da diversidade cultural e preservação do patrimônio. Como a história sobre a Arqueologia Pública não acabou, é importante enfatizar que é necessário ampliarmos nossos horizontes, e a cada leitura acurada de novas discussões que são realizadas é possível estimular novas reflexões por ser um tema tão vasto e infundo e ao mesmo tempo atingir o seu objetivo central que é a constante interação com a sociedade.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, Márcia. “As moedas dos índios”: um estudo de caso sobre os significados do patrimônio arqueológico para os moradores da Vila de Joanes, ilha de Marajó, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas*, Belém, v. 6, n. 1, p. 57-70, jan.- abr., 2011.
- CALDARELLI, Solange B.; SANTOS, Maria do Carmo M. M. Arqueologia de Contrato no Brasil. *Revista USP*, São Paulo, n. 44, p. 52-73, dez./fev. 1999/2000.
- CONSTANTINO, Núncia Santoro de. Narrativa e história oral. In: *Humanas*, Porto Alegre, v.19/20, n.1/2, p.115-126, 1996-1997.
- CORREIA, Belize Câmara. A tutela judicial do meio ambiente cultural. *Revista de Direito Ambiental*. São Paulo: Revista dos Tribunais, v.34, abr.-jun. 2004 p.50.
- DEMARCHI, João Lorandi. Patrimônio e Educação: contribuições da rede paulista de educação patrimonial para o tema. *Revista CPC*, São Paulo, n.20, p.207-215, dez. 2015.
- FERNANDES, Tatiana. *Vamos criar um sentimento?! Um olhar sobre a Arqueologia pública no Brasil*. São Paulo: USP. 2007. 211 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2007.
- FUNARI, Pedro Paulo A; ROBRAHN-GONZÁLEZ, Erika Marion. Editorial. *Revista Arqueologia Pública*, São Paulo, n.1, p.3, 2006.
- FUNARI, Pedro Paulo A.; ROBRAHN-GONZÁLEZ, Erika Marion. *Ética, capitalismo e arqueologia pública no Brasil*. História. São Paulo, v.27, n.2. Franca. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010190742008000200002&script=sci_arttext. Acesso em 14 jul. 2014.
- FUNARI, Pedro Paulo A. OLIVEIRA, Nanci Vieira; TAMANINI, Elizabete. Arqueologia Pública no Brasil e as Novas Fronteiras. *Práxis Archaeologica*, (3): 131-138, 2008.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. *Instrução Normativa n. 001, de 25 de março de 2015*. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Instrucao_normativa_01_2015.pdf. Acesso em: 30 set. 2015.
- LIMA, Leilane Patricia de. *Arqueologia e os índios na escola: um estudo de público em Londrina-PR*. Tese (Doutorado em Arqueologia). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MAGALHÃES, Aloísio. *E triunfo? A questão dos bens culturais no Brasil*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, Fundação Roberto Marinho, 1997.
- McMANAMOM, Francis P. Archaeological messages and messengers, *Public Archaeology*, 1, 5-20, 2000.
- MENESES, Ulpiano Bezerra de. Premissas para a formação de políticas públicas em arqueologia. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*. Brasília: IPHAN, nº 33, p. 37-58, 2007.
- OLIVEIRA, Cléo Alves P. *Educação Patrimonial no Iphan*. Monografia de Especialização. Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, DF, 2011.
- PELEGRINI, Sandra de Cássia Araújo. Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural. *Revista Brasileira de História*. São Paulo, vol. 26. nº 51, p. 115-140. 2006.
- REIS, José Alberione dos. Lidando com as coisas quebradas da história. *Revista Arqueologia Pública*. São Paulo, n. 2, p. 33-44, 2007.

- ROBRAHN-GONZÁLEZ, Erika Marion. Arqueologia e sociedade no município de Ribeirão Grande, sul de São Paulo: ações em arqueologia pública ligadas ao Projeto de Ampliação da Mina Calcária Limeira. *Revista Arqueologia Pública*. São Paulo, n.1, p. 63-120, 2006.
- SANTOS, Claristella. O compasso da arqueologia em face do avanço da modernidade no Brasil. *Achitecton-Revista de Arquitetura e Urbanismo*. V.1, n. 1, p.60-67, 2011.
- SANTOS, Claristella. CASTRO, Viviane Maria Cavalcanti. LEITE, Marinete Neves. O patrimônio arqueológico rupestre no agreste pernambucano: a comunidade em foco. *Revista Arqueologia Pública*. Campinas, n. 6, p. 6-16, dez. 2012.
- SHANKS, Michael.; TILLEY, Chistopher. *Re-Constructing Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- SILVA, Bruno Sanches Ranzani da. *Das ostras, só as pérolas: Arqueologia pública e Arqueologia subaquática no Brasil*. Mestrado (Mestrado em Antropologia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

Recebido em: 08/03/2018

Aprovado em: 31/03/2018

Publicado em: 30/11/2018

**MÉTODOS DE ANÁLISE ESPACIAL PARA SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS: UM
MODELO PREDITIVO PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**

*METHODS FOR SPATIAL ANALYSIS OF ARCHAEOLOGICAL SITES: A
PREDICTIVE MODEL FOR SÃO PAULO STATE*

Glauco Constantino Perez
Marisa Coutinho Afonso
Lúcio Tadeu Mota

Como citar este artigo:

PEREZ, Glauco Constantino; AFONSO, Marisa Coutinho e MOTA, Lúcio Tadeu. Métodos de análise espacial para sítios arqueológicos: um modelo preditivo para o estado de São Paulo. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 98-120, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Métodos de análise espacial para sítios arqueológicos: um modelo preditivo para o Estado de São Paulo

Glauco Constantino Perez^a

Marisa Coutinho Afonso^b

Lúcio Tadeu Mota^c

Resumo: Neste artigo, pretende-se apresentar um panorama dos métodos recentes de modelamento virtual para estimar a ocupação dos grupos ceramistas pela paisagem do estado de São Paulo. Para isso, utilizaram-se os métodos conhecidos como Método Kernel, Modelação IDW, Krigagem e Modelagem Simples Preditiva. Tais métodos podem corroborar a compreensão da dispersão dos grupos filiados às Tradições Itararé-Taquara e Tupiguarani nas paisagens oeste e sul paulista, permitindo a sua diferenciação não só a partir da caracterização cerâmica, mas, também, pelo seu posicionamento na paisagem. Ressalta-se, igualmente, a importância dos modelamentos preditivos virtuais para orientar os estudos futuros de arqueologia no estado de São Paulo.

Abstract: In this article we intend to present an overview of the recent virtual modeling methods to estimate the occupation of ceramics groups in the landscape in the São Paulo state. For this we used the methods known as Kernel Method, IDW Modeling, Kriging and Simple Predictive Modeling. Such methods can corroborate to understand the dispersion of Itararé-Taquara and Tupiguarani Tradition in the western and southern regions in São Paulo, allowing their differentiation from, and not only, a ceramic characterization but also by their location in the landscape. We stress the importance of virtual predictive models to guide future archeological studies in the São Paulo state.

Palavras Chave:

Tradição Itararé-Taquara; Tradição Tupiguarani; SIG; Modelo Preditivo; Análise Espacial.

Keywords:

Itararé-Taquara Tradition; Tupiguarani Tradition; GIS; Predictive Model; Spatial Analysis.

^a Graduado em História pela Universidade Estadual de Maringá (UEM - 2007), Brasil; Mestre em História pelo Programa de Pós-graduação em História – Linha de Pesquisa: Fronteira e Bens Culturais da Universidade Estadual de Maringá (UEM - 2010), Brasil. Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Arqueologia da Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE/USP - 2018), Brasil. E-mail: glaucol113@gmail.com

^b Professora Associada do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE/USP), Brasil; e coordenadora do Laboratório de Arqueologia da Paisagem e Geoarqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (LAPGEO/MAE/USP), Brasil. E-mail: marisa.afonso@usp.br

^c Professor Doutor do Departamento de História da Universidade de Maringá (UEM/Maringá/PR), Brasil; e coordenador do Laboratório de Arqueologia, Etnologia e Etno-história da Universidade de Maringá (LAEE/UEM), Brasil. E-mail: ltadeumota@gmail.com

INTRODUÇÃO

Apresenta-se, neste artigo, uma possibilidade de estudo sobre a ocupação pré-colonial no estado de São Paulo, com a utilização da técnica que compreende o modelamento virtual¹ a partir de um SIG (Sistema de Informação Geográfica ou GIS – *Geographic Information System*)². Os dados arqueológicos foram organizados em um Banco de Dados (doravante, BD), que reúne informações oriundas de dois grandes centros de informação arqueológica paulista, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN/SP) e a Biblioteca do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. No total foram revisadas 130 obras, dentre as quais se incluem periódicos, teses, dissertações, obras literárias, publicações de acervos, inventários, bem como as fichas do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), em formatos impresso e/ou *on-line*. Tal compilação propiciou a revisão de publicações do período de 1895 a 2015, sendo o marco final a data de encerramento dos levantamentos.

O BD elaborado reúne informações de 783 sítios arqueológicos, relativos apenas aos grupos produtores de cerâmica do oeste e sul do estado de São Paulo, isto é, das tradições Itararé-Taquara e Tupiguarani. Nesta listagem, não foram considerados tipos de sítios arqueológicos (aldeias, acampamentos, sítios de caça e pesca, roça), pois a bibliografia básica não permite tal diferenciação; foram elencadas, portanto, apenas as informações abarcadas pelas fichas cadastrais dos sítios. Assim, neste trabalho, o parâmetro para a elaboração do BD foi a ficha cadastral dos sítios arqueológicos, disponibilizada pelo IPHAN. Nesse sentido, para evitar erros, foram excluídos dos interpoladores IDW e Kriging dos processamentos dos modelamentos preditivos, os sítios sem uma tradição atribuída (97 sítios) e os sítios que apresentavam ambas as tradições (nove sítios). Por sua vez, para o estimador Kernel, tais dados foram mantidos, visto que a presença dessas informações não causa distúrbios na execução do algoritmo.

A definição de SIG adotada neste artigo parte das premissas estabelecidas por Câmara et al. (2001), que caracterizam o SIG como uma ferramenta computacional do geoprocessamento, que permite a realização de análises complexas quando integra diversas fontes de dados a uma base de dados georreferenciada. Os autores em questão relatam que o desenvolvimento dessa tecnologia de informática iniciou-se em meados do século XX e possibilitou o armazenamento e a representação da informação geográfica em ambiente computacional, o que corroborou para o surgimento do geoprocessamento. Este termo, para Câmara et al. (2001), relaciona-se à disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

Nazareno (2005) define SIG como um banco de dados não convencional (georreferenciado) com a capacidade de proceder uma análise conjunta de dados geológicos, geomorfológicos, climatológicos, arqueológicos e estatísticos, entre outros. Infantini (2015) compreende SIG como sistemas de informações que unem procedimentos computacionais e recursos humanos, que permitem análise, gestão ou representação de espaços e fenômenos que nele ocorrem. Esse tipo de procedimento permitiu alcançar resultados amplificados na interpretação dos contextos arqueológicos investigados.

1 Entende-se por modelamento virtual ou modelagem virtual as práticas computacionais que experimenta, ou simulam as hipóteses de ocupação e dispersão pelo território estudado dos grupos ceramistas, a partir de *softwares* e cálculos matemáticos de representação. O resultado da reconstrução são imagens hipotéticas da dispersão humana no oeste e sul do estado de São Paulo.

2 Este artigo traz parte dos resultados da pesquisa de doutorado do primeiro autor (PEREZ, 2018). Na ocasião, realizou-se a compilação de informações sobre sítios ceramistas das Tradições Tupiguarani e Itararé-Taquara da região compreendida entre o sul da bacia do Rio Tietê e o norte da bacia do Rio Paranapanema, ou seja, regiões oeste e sul paulistas.

Nazareno (2005) relata, de forma simplificada, que o SIG é composto por três elementos distintos e igualmente importantes: o conjunto de *software/hardware*; a base de dados (gráfica e alfanumérica); e a equipe técnica responsável pela manutenção, alimentação, administração e uso do sistema, ou seja, a instituição responsável.

Perez (2018) afirma que a utilização de geoprocessamento em estudos voltados para a arqueologia brasileira teve grande abordagem entre os anos de 1995 e 1997, demonstrados nos encontros da Sociedade de Arqueologia Brasileira (SAB) daqueles anos. Entretanto, apenas em 2002 a primeira tese na área de SIG aplicado à arqueologia de São Paulo foi defendida pela arqueóloga Rosângela Custódio Cortez Thomaz, sob a orientação do Prof. Dr. José de Luiz de Moraes, com o título “Arqueologia e Sistema de Informação Geográfica: Um estudo de caso na Bacia do Paraná Superior”. Em 2004, o tema volta a ser incorporado em outra tese, intitulada “O povo da Lagoa: uso de SIG para modelamento e simulação na área arqueológica de Camacho”, elaborada por Andreas Kneip, sob orientação do Prof. Dr. Levy Figuti. Em 2006, a dissertação de mestrado de Jacqueline Freitas de Oliveira, “A representação espacial no estudo da paisagem e das variáveis ambientais em arqueologia”, com orientação do Prof. Dr. Flavio Sammarco Rosa (Departamento de Geografia/FFLCH/USP), apresentou um SIG incorporando os sítios arqueológicos da bacia do rio Paranapanema, em São Paulo.

As interpretações arqueológicas auxiliadas pelo uso de SIG também ocorrem em outros estados brasileiros e em diferentes escalas de abordagem – dentro do sítio e entre sítios. Dentre elas, destacam-se os estudos no Mato Grosso do Sul (KASHIMOTO, 2009); Minas Gerais (DELFORGE, 2010); Paraná (MOTA, 2010; SOUZA; MERENCIO, 2013); Santa Catarina (ROBINSON et al., 2018; D’ÁVILA, 2017; SILVA, 2016; HERBERTS, 2009; SCHMITZ; NOVASCO, 2011) e Rio Grande do Sul (SALDANHA, 2005; MELCHIADES, 2017), bem como em abordagens regionais (NAZARENO, 2005; BONOMO et al. 2015; NOELLI; SOUZA, 2017).

BASES DE DADOS GEOGRÁFICAS UTILIZADAS

Grande parte dos trabalhos de geoprocessamento é feita em espaços de menor escala, como bairros, distritos ou mesmo cidades – especialmente para trabalhos que envolvem urbanismo. No caso desta pesquisa e neste artigo, foram utilizados dados de praticamente metade do estado de São Paulo, em escala regional. Desta maneira, um dos problemas enfrentados foi conseguir bases de dados que pudessem cobrir todo o espaço pesquisado.

É interessante notar que uma base de dados que cobre todo o território nacional, a Base Cartográfica Integrada do Brasil ao Milionésimo Digital (bCIMd), está disponível para *download*, porém exige um suporte técnico³ de qualidade para que seus dados sejam utilizados.

De acordo com o site do IBGE⁴, a bCIMd retrata a situação vigente do território na escala 1:1.000.000, por meio da representação vetorial das linhas definidoras dos elementos cartográficos de referência, agregados em categorias de informações constantes das 46 folhas que compõem a coletânea da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM), conforme pode-se observar na figura 1. O *website* ainda descreve que a elaboração desse arquivo utilizou como fonte de referência os fotolitos que originaram a terceira edição atualizada das Cartas CIM (1999), de que foram extraídos todos os elementos representados.

3 Destacamos que para a utilização de um *software* de SIG, é necessário computador equipado com ótima memória RAM e placas de vídeo de boa qualidade, para que os programas consigam funcionar (“rodar”) de maneira satisfatória. Sem esse tipo de equipamento, a utilização dos *softwares* para SIG torna-se enfadonha, impossibilitando o manuseio dos dados.

4 O *website* do IBGE disponibiliza o *download* gratuito dessa base pelo endereço: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm Acesso em: fev. 2016.

dos paleoclimáticos, realizados por Saia (2006), indicam condições ambientais relativamente estáveis nos últimos 4500 anos apenas para a região do Vale do Ribeira do Iguape, com sugestões a um clima semelhante ao atual, o que não está comprovado para o restante da região estudada (oeste e sul do estado de São Paulo), pois inexistem trabalhos que abranjam tal território, explicitando as condições climáticas nesse período de tempo.

No quadro 1, apresenta-se os *links* acessados e o tipo de arquivo que foram coletados para esta pesquisa.

A seguir, há um breve tutorial sobre como foram elaborados os dados dentro do *software* ArcGis, que culminou na elaboração de modelos de distribuição e ocupação do estado de São Paulo pelas populações produtoras de cerâmica Tupiguarani e Itararé-Taquara.

RESULTADOS OBTIDOS

A construção dos mapas deu-se a partir de algumas etapas de trabalho, aqui explicitadas. Como já informado anteriormente, os dados arqueológicos partiram do BD de sítios, elaborado previamente e já disponibilizado em Perez (2018). Foram selecionados apenas os sítios arqueológicos que apresentavam uma localização geográfica, isto é, uma coordenada UTM (Universal Transversa de Mercator) ou uma coordenada em graus, minutos e segundos, o que resultou em 418 sítios (53,3%) dos 783 sítios cadastrados.

Optou-se pela utilização do ArcGis 10.2, pela disponibilidade do recurso junto ao Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE/USP) para a manipulação dos dados. Para essas reconstruções espaciais, não foi considerada a questão temporal. Perez (2018) indica que dentre os 783 sítios, apenas 77 sítios (9,3%) apresentavam datas e, por tal motivo, todos os sítios foram considerados coevos para a visualização geral das ocupações territoriais entre os grupos ceramistas – o que traduz estratégia consciente do método da elaboração dos mapas. Todos os movimentos de expansão e regressão territorial poderão ser modelados a partir do investimento em novas datações e melhor conhecimento cronológico regional.

A reunião dos dados arqueológicos às fontes de dados geográficos permitiu a extração de subsídios em dois formatos: tabelas e mapas. Tal procedimento é expresso na figura 2.

Nos mapas apresentados em anexo, os sítios arqueológicos são expressos em formato de ponto e as bases geográficas são expressas em formatos de polígonos. Neste artigo, apresentamos três recursos de interpolação dos dados que o *software* oferece. Tais interpoladores utilizam-se do espaço reconhecido para estipular como devem ser as distribuições espaciais dos grupos de sítios cerâmicos pela paisagem. Nesses interpoladores, o que se consideram são as proximidades entre os pontos dos sítios arqueológicos, as semelhanças entre esses pontos e o espaço que ocupam. Cada interpolador apresenta um algoritmo diferente, mas os resultados podem ser interpretados de maneira semelhante. À frente, explica-se, de maneira sucinta, o funcionamento de cada um.

Quadro 1 – Fonte das bases geográficas utilizadas para a elaboração do SIG.

Bases	Descrição da base	Formato	Site
Clima	Tipo, períodos de seca e médias térmicas	<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Estrutura geológica		<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Hidrogeologia	Aquíferos	<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Hidrografia		<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Litologia		<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Recursos minerais		<i>shapefile</i>	http://sigmine.dnpm.gov.br/web-map/
SP - microrregião		<i>shapefile</i>	http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm
SP - mesorregião		<i>shapefile</i>	http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm
SP - unidades da federação		<i>shapefile</i>	http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm
SP - municípios		<i>shapefile</i>	http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm
UHTC		<i>shapefile</i>	http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/cessao-de-dados/unidades-homogeneas-de-uso-e-ocupacao-do-solo-urbano-uhct/
Unidades geomorfológicas		<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Vegetação	Atual, pretérita, ocupação atual do solo	<i>shapefile</i>	http://geobank.cprm.gov.br/
Hidrografia	Bacia Paranapanema, Tietê, sub-bacias	<i>shapefile</i>	http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home
Modelo digital de elevação - MDE		TIFF	http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/modelo-digital-de-elevacao-mde-do-estado-de-sao-paulo/
Hidrografia	hidroweb - Bacia Atlântico leste, do rio Paraná e sudeste	<i>shapefile</i>	http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=4100
Hidrografia	Ribeira do Iguape	<i>shapefile</i>	http://www.sigrb.com.br/arquivos2.php
Hidrografia	Geral do Brasil	<i>shapefile</i>	http://www.ana.gov.br/biblioteca-virtual/solicitacaoBaseDados.asp

Fonte: Adaptado de Perez (2018).



Figura 2 - Processamento de dados para a criação de mapas e tabelas relacionadas à vegetação, clima, solos, rochas e clima regionais.

Fonte: Perez (2018)

MÉTODO KERNEL

De acordo com Anderson Medeiros¹⁰, consultor em geoprocessamento, o método Kernel de produção de mapas, em uma definição simplificada, é um produto cartográfico poderoso na análise espacial. Para esse autor, o termo Kernel faz referência a um método estatístico de estimação de curvas de densidades ao redor de um ponto núcleo, sendo que cada uma das observações feitas pelo programa é ponderada pela distância em relação aos valores ao redor deste ponto central. O mesmo autor chama a atenção para a vantagem do uso desse método quando: (1) há uma concentração excessiva de pontos para a análise visual de um espaço; (2) é utilizado para espaços pré-definidos.

Para Souza e Merencio (2013), o estimador de densidade Kernel desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência e, a partir de uma função matemática, os valores são sobrepostos e divididos pela área de influência de cada ponto do espaço pesquisado.

Já para Gaze (2009), no método Kernel, cada partícula gera uma distribuição de massa ao longo do domínio físico dela, e a densidade da concentração num ponto qualquer terá a contribuição de todas as outras partículas ao seu redor. Este autor ainda relata que a eficiência do computador que se usa é importante para o método, mas destaca que um computador doméstico é capaz de realizar tal tarefa. Gaze (2009) ainda relata que a densidade Kernel tem sido o melhor método estatístico estudado nos últimos 30 anos, assinalando, ainda, a sua utilização como estimador de densidade para partículas de poluentes na atmosfera, em corpos hídricos, ainda que sejam raros os trabalhos para essa última aplicação.

O algoritmo é facilmente realizado a partir do ArcGis 10.2, seguindo o processamento exposto na figura 3.

10 <<http://andersonmedeiros.com/mapas-de-Kernel-parte-1/>> Acesso em: jan. 2017.

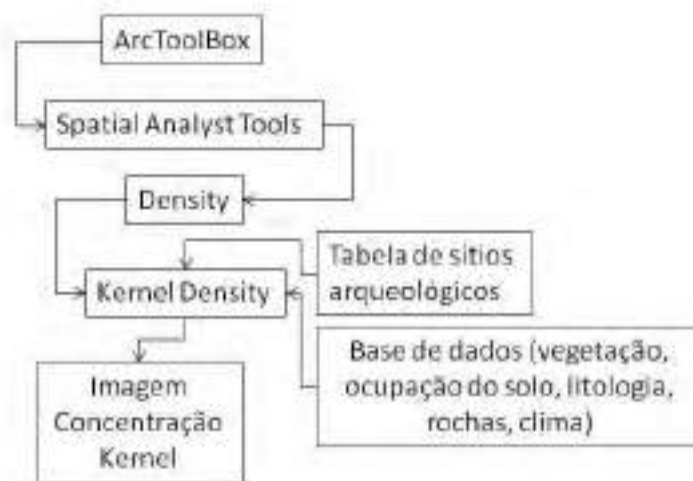


Figura 3 - Processamento no ArcGis 10.2 para a elaboração de um mapa segundo o método Kernel. **Fonte:** Perez (2018)

Neste estudo, o estimador foi utilizado para a compreensão da dispersão dos grupos humanos pelo espaço paulista. O mapa com o estimador Kernel de concentração, também conhecido como concentração de calor, aponta que quanto mais pontos próximos, maior o “aquecimento” e a influência que este conjunto de pontos tem na área estudada. O mapa sugere a distribuição espacial dos sítios arqueológicos divididos por tradição e demonstram sua área de influência seguindo o algoritmo Kernel.

No mapa 1, as áreas mais escuras das tonalidades escolhidas indicam as áreas de maior concentração de sítios e apresentam maior influência destes ao seu redor, seguindo a legenda: azul para os sítios de tradição Itararé-Taquara; róseo para os sítios de tradição Tupiguarani e amarelo para os grupos sem uma tradição arqueológica associada. Esse estimador de influência por região demonstra, assim, as principais áreas de ocupação desses grupos pela paisagem.

Esse método de interpolação de dados apresenta a concentração de sítios, mas pode, de igual maneira, refletir áreas de maior atuação de estudos em arqueologia. Nele, percebe-se maior concentração de sítios às margens do rio Paraná (oeste do estado de São Paulo); na região dos municípios de Piraju e Itapeva (sul), justamente áreas em que as pesquisas são intensificadas e, em tais casos, os mapas de calor podem apresentar um ruído devido ao acúmulo de pesquisas em regiões específicas. Para corrigir tais erros, outros dois métodos de interpolação foram agregados, que desconsideram tais concentrações e contornam tais ruídos na informação arqueológica. Esses mapas tornam-se mais simples para a compreensão da distribuição dos grupos ceramistas pela paisagem estudada.

IDW - A PONDERAÇÃO DO INVERSO DAS DISTÂNCIAS

Para Alves et al. (2008), esse tipo de interpolação utiliza o modelo estatístico denominado “Inverso das Distâncias”. Isso significa que o modelo é baseado na dependência espacial, ou seja, supõe-se que quanto mais próximo um ponto estiver do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores e mais parecidos serão. Dessa forma, afirma o referido autor, atribui-se maior peso às amostras mais próximas do que para as amostras mais distantes do ponto a ser interpolado. Assim, o modelo consiste em multiplicar os valores das amostras pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto de referência para a interpolação dos valores.

Para Jakob (2006), o IDW é um método interpolador exato, e poucas decisões podem ser tomadas acerca dos parâmetros do modelo. O mesmo autor afirma que este método pode ser adequado para uma visualização ou interpretação preliminar da interpolação de uma superfície, entretanto, não pode ser realizada uma avaliação da predição dos erros. Ainda para Jakob (2006), este método assume que a superfície analisada tem uma variação local, e funciona melhor se os pontos amostrais estão igualmente distribuídos pela área, sem concentração em determinado local. Esse interpolador permite, então, contornar o ruído apresentado pelo método apresentado anteriormente. Os parâmetros mais importantes para detecção são as especificações de vizinhança, o parâmetro de poder (*power*), “p”, e o fator de anisotropia, caso existam.

No Arcgis 10.2, tem-se conforme a figura 4:



Figura 4 - Processamento realizado no ArcGis 10.2 para a elaboração de um mapa segundo a Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW).

Fonte: Perez (2018).

Nesta breve apresentação da interpolação IDW, não estão dispostos todos os sítios estudados na pesquisa original. Como tal interpolação segue um algoritmo de proximidade entre pontos em relação ao espaço, foram excluídos os dados dos sítios sem uma tradição arqueológica, como já explicitado anteriormente. Diante de outros testes realizados, nos quais se incluíam dados dos sítios ora excluídos, as diferenciações das distribuições foram mínimas; isso quer dizer que o ruído gerado pelos sítios sem uma tradição é pequeno diante dos dados dos sítios com tradição arqueológica. O mapa a seguir apresenta a distribuição dos sítios com a interpolação IDW, e as áreas em verde representam áreas de influência da Tradição Itararé-Taquara e Tupiguarani, o que pode apontar para uma região de transição, ou mesmo áreas de fronteira cultural entre esses grupos.

KRIGING

De acordo com Jakob (2002; 2003; 2006), os métodos de krigagem dependem de modelos matemáticos e estatísticos, assim como da noção de correlação entre os dados. Na geoestatística, para Jakob (2002; 2006), a informação dos locais espaciais permite fazer cálculos de distâncias entre as observações e modelar a autocorrelação em função de distância. Para isto, a função mais comum utilizada é o (semi)variograma. Jakob (2002; 2006) explica que o variograma é a descrição matemática do relacionamento entre a variância de pares de observações (pontos), em que a distância separa tais observações. Essa autocorrelação espacial pode, então, ser usada para fazer melhores estimativas para pontos não amostrados, isto é, inferência ou krigagem.

Jakob (2002; 2006) explica que a krigagem fundamenta-se na ideia de que é possível fazer inferências a partir de uma função aleatória, originando outros pontos. Tais explicações são demasiado complexas e fogem da temática deste artigo, mas o que se destaca é que, com a modelagem do variograma, exposta pelo referido autor, a krigagem produz a melhor estimativa linear não-viciada dos dados de um atributo em um local não amostrado.

A krigagem usada para a predição não requer que os dados tenham distribuição normal. Entretanto, a normalidade é necessária para obter mapas de *quantise* de probabilidade na krigagem ordinária, simples e universal. Jakob (2002; 2006) relata que, considerando-se apenas a predição criada por médias ponderadas, a krigagem depende, também, do pressuposto de que os erros aleatórios são estacionários de segunda ordem, ou seja, têm média zero e a covariância entre dois erros aleatórios depende apenas da distância e da direção que os separa, não de sua posição. Funções de transformação e remoção de tendências podem auxiliar quanto aos pressupostos de normalidade e estacionaridade.

No Arcgis 10.2, tem-se conforme a figura 5:



Figura 5 - Processamento realizado no ArcGis 10.2 para a elaboração de um mapa segundo o método da Krigagem. **Fonte:** Perez (2018).

Esse processamento evita todo o processamento matemático, pois o dispositivo fornece ferramentas que já processam os dados inseridos e cartas geográficas, como aquelas apresentadas no mapa 3.

No mapa 3, foram trabalhados os dados dos sítios com tradição arqueológica conhecida, isto é, sítios da tradição Tupiguarani e Itararé-Taquara. Nesse sentido, as áreas indicadas pela cor rosa são áreas de grupos Tupiguarani, e as áreas em azul mais intenso são áreas de ocupação estritamente de sítios da tradição Itararé-Taquara. O halo formado em tons verdes são áreas de transição entre as tradições conhecidas e a partir deste entendimento, as áreas mais azuladas são as mais propícias para ocupação de grupos Itararé-Taquara, enquanto áreas para os tons mais róseos são de influência voltadas aos grupos de Tradição Tupiguarani.

MODELO PREDITIVO SIMPLES

Este modelo preditivo foi baseado em um roteiro de modelagem apresentado por Fabiana Merencio¹¹. A pesquisadora apresenta duas formas para elaboração da modelagem preditiva; uma classificada como simples; isto é, com atribuição dos pesos aos atributos geográficos pensados pelo pesquisador de maneira intuitiva e empírica, e outra maneira classificada como “hard”; isto é, com uso de regressão logística binária, o que resulta em um tipo de processamento dos dados mais elaborado, em que os atributos são ordenados e classificados de acordo com um tipo de contagem específica do *software*. Aqui, apresenta-se um roteiro de modelagem simples.

Para melhor compreender como se deu esse modelamento, foi criada a figura 6, que demonstra, de maneira sucinta, esse procedimento.

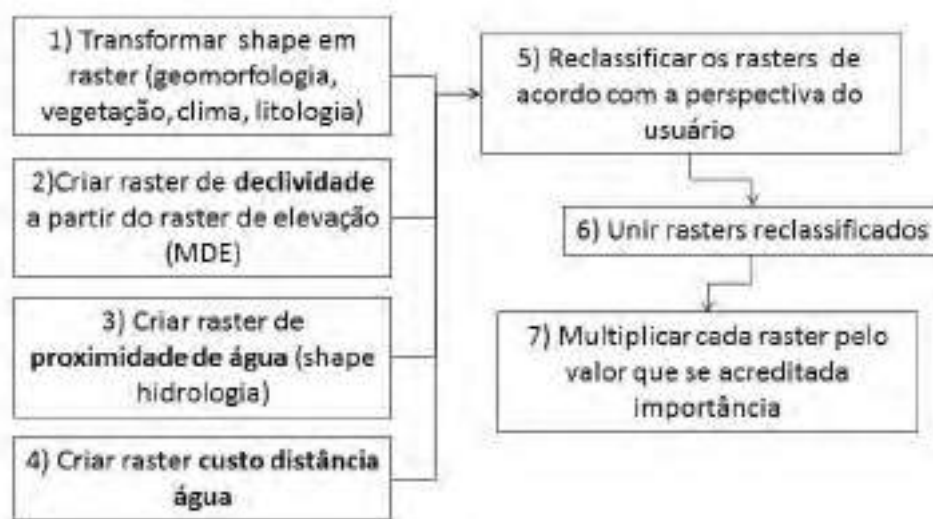


Figura 6 - Processamento realizado no ArcGis 10.2 para a elaboração de um modelo preditivo simples. Fonte: Perez (2018).

O resultado desse modelamento preditivo é um acúmulo de outros processamentos dentro do *software*. A seguir, apresentam-se os passos para esse procedimento:

1) adicionar *shapes* utilizados, como: MED (elevação – este já é um *raster*), hidrografia, vegetação, clima, litologia, geomorfologia (*shapes* que são úteis para a caracterização espacial da região estudada);

2) criar imagens *raster* desses *shapes* adicionados de vegetação, clima, litologia, geomorfologia. Os *shapes* de hidrografia e o *raster* de elevação terão um tratamento diferenciado;

3) o *raster* de elevação deverá passar por um processamento para ser transformado em um *raster* de percentual a partir do seguinte procedimento:

3.1) toolbox>spatialanalyst>surface>slope> selecionar *raster* elevação = projeto tem que estar em metros; selecionar percentual; z factor 1; selecionar local que será salvo;

3.2) selecionar percentual relevante (local com mais sítios) >spatialanalyst>reclass>reclassify>slope>classify> atribuir 2 ou mais categorias e respectivas probabilidades > 0 para nenhuma, 1 para itens de menor importância e 2 para itens de maior importância;

4) criar *raster* de proximidade de água (hidrologia) – dependendo da origem desse *shape*, os *pixels* podem apresentar

11 Fabiana Merencio é doutoranda do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo e essa modelagem teve seu auxílio na execução.

30x30m (Topodata) ou 90x90m, no caso do SRTM.

Nesse caso, a distância relevante para esta pesquisa foi de 500m a partir da margem de cada rio que faz parte da drenagem da região estudada. O procedimento é demonstrado a seguir:

Para selecionar distância relevante:

- `spatialanalyst>distance>euclidean>maximumdistance` (distância relevante) > `output cellsize` (tamanho da célula – topodata 30 / SRTM 90) > exportar como tiff – arquivos shape convertidos em raster;
- - `Reclass>reclassify>raster água` > selecionar quantidade de categorias relevantes e atribuir respectivas probabilidades.

5) a reclassificação dos dados seguiu os dois parâmetros de preferência espacial, de acordo com cada tradição arqueológica, apresentados anteriormente.

6) a união de *rasters* reclassificados dá-se a partir do seguinte procedimento:

- `spatialanalyst>map álgebra >rastercalculator>` atribuir peso para o mais importante.

7) na calculadora de *raster* (*rastercalculator*), as variáveis devem ser inseridas e multiplicadas por um peso hipotético, atribuído a cada atributo estipulado pelo usuário do programa, dada sua importância.

Neste caso, foi multiplicado cada *raster* da seguinte maneira:

vegetação*25 + hidrografia*20 + declividade*20 + litologia*15 + geomorfologia *15+ clima *5

-clique em ok e esperar o procedimento ser realizado.

As escolhas desses pesos referem-se à porcentagem de influência que cada atributo poderia alcançar neste modelo preditivo, em que os seis atributos geográficos correspondam a 100% das variáveis utilizadas neste modelo. Aqui, deu-se maior ênfase à vegetação (multiplicada por 25) devido às discussões apresentadas a respeito do surgimento e expansão das florestas de araucária para os grupos Jê (IRIARTE; BEHLING, 2007; SCHMITZ, 2016). A hidrografia (multiplicada por 20) teve também um peso acentuado pela necessidade básica humana de ter uma fonte de água próxima, com conjunto à declividade (também multiplicada por 20), por ser fundamental para os assentamentos humanos em determinadas regiões. Litologia e geomorfologia (multiplicados por 15) tiveram peso semelhante, por serem aspectos ligados à possibilidade de agricultura e/ou possibilidades de encontrar matéria prima local. O clima (multiplicado por 5) teve o menor dos pesos, pois a influência deste seguimento está intimamente ligada à altimetria do lugar em que se encontra o sítio.

Esse procedimento foi repetido para as duas variáveis apresentadas neste artigo: sítios da tradição Tupiguarani e da tradição Itararé-Taquara.

No mapa 4, são apresentados os sítios arqueológicos (pontos) sobrepostos no modelo preditivo. As áreas mais escuras do mapa (rosa intenso) são as áreas em que deveriam aparecer mais sítios arqueológicos da tradição Tupiguarani. As áreas em rosa mais claro são áreas de menor potencial para o aparecimento desses sítios e, em branco, são áreas que o programa entende como áreas descartadas para o aparecimento de sítios.

Para a área de Piraju, esse procedimento preditivo pode calhar para o real acúmulo de sítios, porém, quando se observam as áreas às margens do rio Paraná, esse modelo preditivo não aponta como área de destaque para o aparecimento de sítios arqueológicos. Apesar disso, tem-se o conhecimento de que nesta região existem centenas de sítios indexados, como apontam os trabalhos de Kashimoto (2009).

O modelo preditivo para as áreas que deveriam ser potencialmente atrativas para os grupos da tradição Itararé-Taquara também se comporta de maneira ambígua, pois existem áreas que coincidem com a real ocorrência de sítios arqueológicos, como na região sul do estado, em que aparecem regiões com azul intenso, e outras áreas em que se conhece a existência de sítios Itararé-Taquara e são áreas atribuídas com menor valor no modelo preditivo (mapa 5). Seria interessante poder investigar mais profundamente as áreas com maior possibilidade de ocorrência de sítios arqueológicos no oeste paulista, já que, como é de conhecimento, em tal região as pesquisas arqueológicas são mais escassas.

Nesse sentido, quando se cruzam as informações dos modelos preditivos sugeridos a partir do procedimento anterior, tem-se o mapa 6, com as seguintes áreas em destaque: há áreas intensamente azuis e áreas intensas em rosa, que são áreas reais de ocupação Tupiguarani e Itararé-Taquara. A informação mais relevante para este artigo, porém, são as áreas que estão em cores entre o lilás e o roxo, compreendidas como áreas de possível coexistência entre esses grupos, ou áreas que apresentam possibilidades geográficas atrativas aos grupos. No mapa 6, observam-se áreas com tons mais lilás, sendo espaços preditivos aos grupos da tradição Tupiguarani, enquanto áreas em roxo/azulado são áreas que poderiam ser mais influenciadas pelos grupos Itararé-Taquara.

A importância desse tipo de modelo preditivo de ocupação vem no intuito de perceber que a ocupação humana dos espaços paulistas não deve ser observada enquanto áreas positivas ou negativas de atração ou repúdio pelas populações pretéritas. Mais uma vez, o que se nota é que existem áreas que possivelmente poderiam ser compartilhadas por ambos os grupos ao longo do tempo. Nesse sentido, o conceito de fronteira deve ser compreendido como uma área de contato, áreas que unem, oposto ao conceito de que fronteira seja algo impermeável.

CONCLUSÃO

Neste artigo, foram apresentados métodos para a construção de mapas desenvolvidos a partir de um SIG para a melhor compreensão da distribuição dos sítios arqueológicos dos grupos ceramistas pela paisagem paulista, entre as bacias do rio Tietê e rio Paranapanema.

Primeiramente, foi apresentado o método Kernel, em que são observadas as principais áreas ocupadas pelos sítios arqueológicos. Nesse tipo de interpolação, porém, nota-se um ruído gerado pela grande quantidade de pesquisas em determinadas áreas estratégicas do estado, o que provoca distorção da apresentação do dado. O método IDW, de modo geral, emprega a distância entre os pontos para gerar seu modelo de interpolação, enquanto o método de Krigagem recorre à distância e à semelhança entre os pontos para que seu cálculo aconteça.

Nesse sentido, os diferentes métodos de interpolação permitem observar a ocupação dos grupos na paisagem, apesar do dado faltante sobre qual grupo humano, e quais as tradições arqueológicas estariam presentes. O logaritmo do método de Krigagem estima, para as áreas com pouca informação, dados recuperados das áreas mais intensamente ocupadas. Apesar disso, não se deve perder de vista que aqui se apresentam modelos, e que a realidade pode apresentar diferenciações do relatado.

Além disso, foi exposto um método para a construção de um modelo preditivo simples, em que os dados geográficos atuais são utilizados e manipulados de acordo com a tradição arqueológica, que sugerem áreas de maior/menor atração aos grupos humanos. Nos mapas apresentados com modelos preditivos, são identificáveis áreas de intensa ocupação específicas aos grupos. Para eles, o oeste paulista, é essencialmente Tupiguarani, enquanto o sul paulista é preponderantemente ocupado pela tradição Itararé-Taquara. Apesar dessa diferenciação entre os modelos preditivos, notam-se erros do algoritmo, como os já destacados anteriormente, relativos às margens do rio Paraná e na região sul do estado. É preciso relembrar, ainda, que a

quantidade de sítios arqueológicos identificados em um lugar está diretamente ligada à longa duração da ocupação.

O modelo permite uma representação ideal do mecanismo de ocupações, mas outros aspectos sociais e de interações culturais também podem influenciar tal distribuição dos assentamentos na paisagem. No modelo, houve a planificação dos dados arqueológicos, e as fronteiras culturais observadas podem seguir as premissas de Schmitz (2007), quando admite que o conceito de fronteira, para as populações indígenas, segue o domínio do território que coincide com o ambiente natural. Nesse sentido, a fronteira, para grupos indígenas, tem suas bases em identidades como língua, cultura ou longa convivência, mas sem uma estrutura política que mantém a unidade da fronteira, como ocorre nas sociedades atuais. O controle sobre o movimento em fronteiras indígenas é dado pelas partes, afirma Schmitz (2007), defendendo os limites e organizando as relações com outras unidades indígenas.

Os modelos apresentados a partir dos diversos métodos confluem-se quando permitem a compreensão da distribuição dos assentamentos pela paisagem e, além disso, permitem identificar áreas de contatos culturais entre esses grupos. Os métodos de interpolação das informações dentro do SIG podem ser compreendidos como maneiras preditivas da ocupação de espaços.

Sugere-se que pesquisas futuras possam ser realizadas nas áreas sinalizadas como fronteiriças, e que possam trazer mais luz às discussões atuais da ocupação do estado de São Paulo.

Agradecimentos

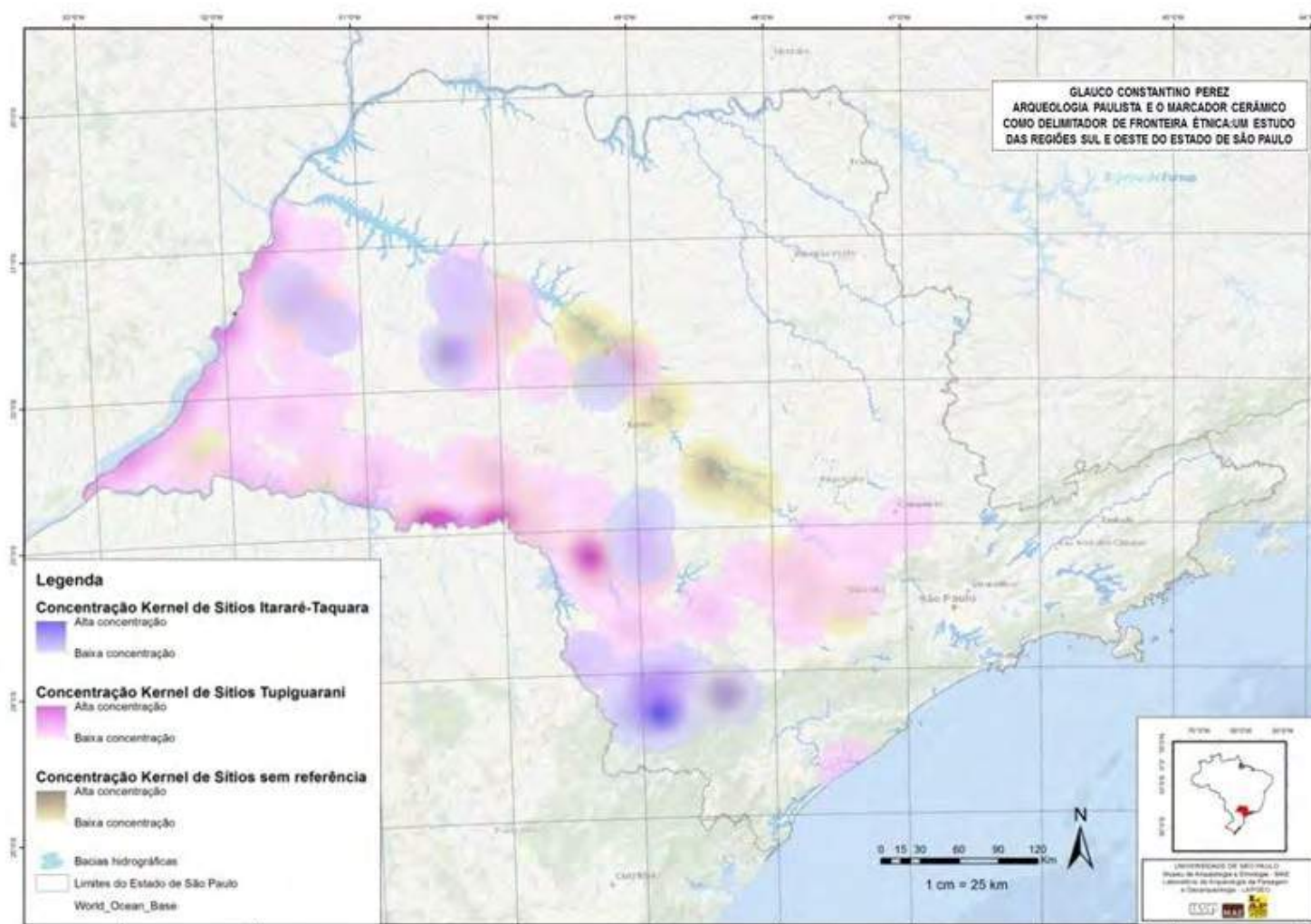
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - (Bolsa de Doutorado – GCP). MCA é bolsista do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (número do processo 310373/2016-6).

REFERÊNCIAS

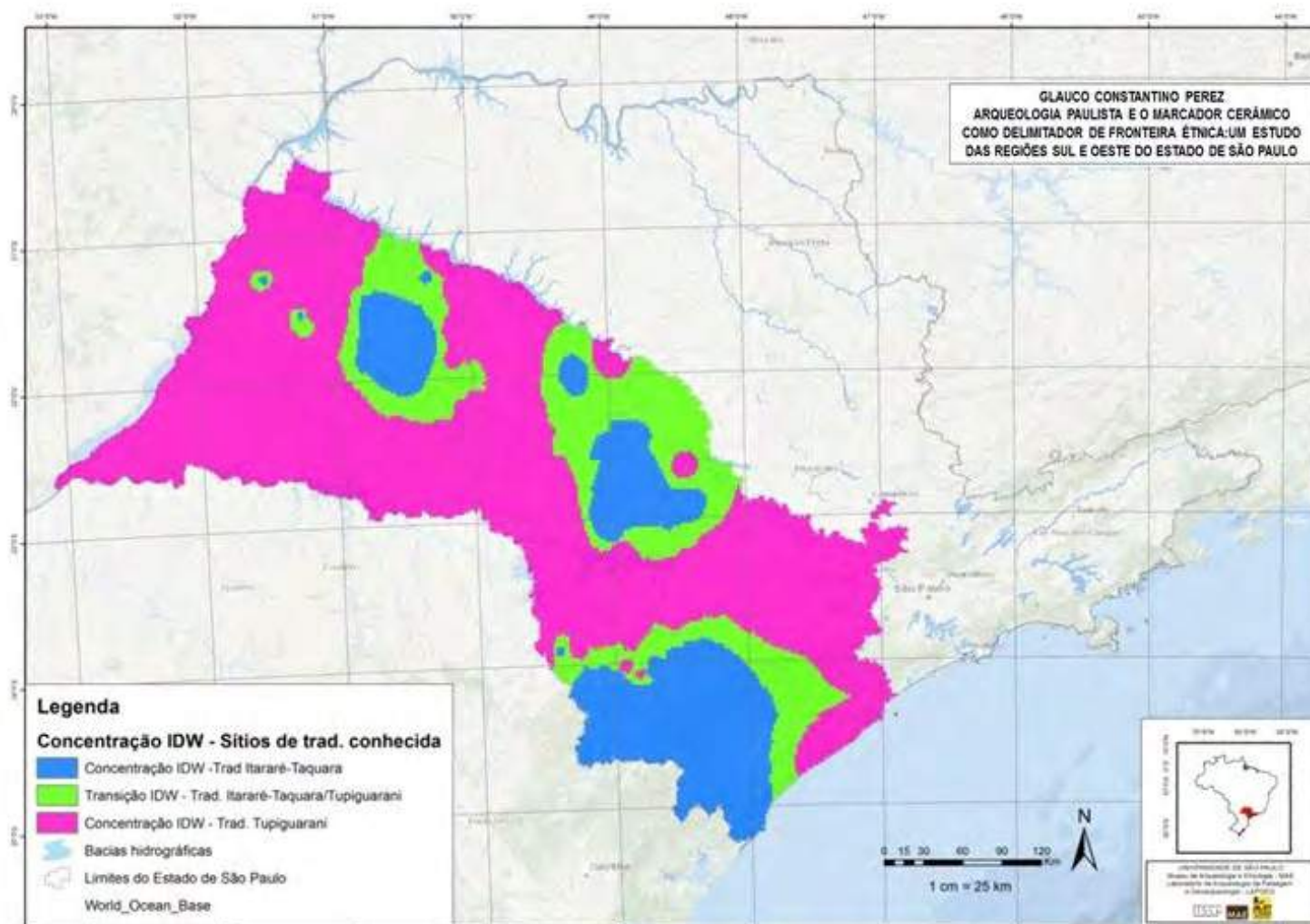
- ALVES, Carlos Alberto; SENA JUNIOR, Darly Geraldo. *Estudo do interpolador IDW para utilização em agricultura de precisão*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p.26. 2008.
- BONOMO, Mariano; ANGRIZANI, Rodrigo Costa; APOLINAIRE, Eduardo; NOELLI, Fransico Silva. A model for the Guaraní expansion in the La Plata Basin and litoral zone of southern Brazil, *Quaternary International*, Montpellier, v. 356, p. 54-73, 2015.
- CÂMARA, Gilberto, DAVIS, Clodoveu, MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: DPI/INPE, 2001.
- D'AVILA, Luísa Nunes *Caminhos e Lugares: modelo de mobilidade e sistema de assentamento entre os Proto-Jê Meridionais na região de Campo Belo do Sul, SC*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, 2017.
- GAZE, Felipe Nascimento. *Aplicação do Método de Kernel de densidade na modelagem lagrangiana da trajetória e evaporação de mancha de óleo em Águas Raras*. Dissertação de Mestrado. UFES – Centro Tecnológico – Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental. Vitória, 2009.
- DELFORGE, Alexandre. *O gerenciamento do patrimônio arqueológico no estado de Minas Gerais utilizando-se sistema de informações espaciais (SIG)*. Dissertação de Mestrado, PUC-MG, Belo Horizonte, 2010.
- HERBERTS, Ana Lúcia. *Arqueologia do caminho das tropas: estudos das estruturas viárias remanescentes entre os rios Pelotas e Canoas, RS*. Tese de Doutorado. PUC-RS, Porto Alegre, 2009.
- INFANTINI, Leandro. Sistema de Informação Geográfico (SIG) em arqueologia. II Semana de Arqueologia da UNICAMP. *Revista Arqueologia Pública*, Campinas, São Paulo, v.9. n. 11 p. 114-121, 2015.
- IRIARTE, José; BEHLING, Hermann. The expansion of Araucaria forest in the Southern Brazilian highlands during the last 4000 years and its implications for the development of the Taquara/Itararé Tradition. *Environmental Archaeology*, v. 12., n.2., p.115-127, 2007.
- JAKOB, Alberto Augusto Eichman. A krigagem como método de análise de dados demográficos. *XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais*, Ouro Preto, p. 1-15. nov. 2002.
- JAKOB, Alberto Augusto Eichman. *Análise Sócio-Demográfica da Constituição do Espaço Urbano da Região Metropolitana da Baixada Santista no período 1960-2000*. Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2003.
- JAKOB, Alberto Augusto Eichman. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. *XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP*. Caxambu – MG, p. 2-22, set. 2006.
- KASHIMOTO, Emília Mariko. Arqueologia do leste de Mato Grosso do Sul. *I Encontro de arqueologia de MS*. Campo Grande. Um Arq. 2009.
- MELCHIADES, Carlos Eduardo Ferreira. *Mapeamento do patrimônio arqueológico do Rio Grande do Sul: um ponto, uma linha e um horizonte*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2017.
- MOTA, Lucio Tadeu. Populações tradicionais: indígenas, quilombolas e faxinalenses – Populações indígenas no Paraná. *V Fórum de Pesquisa e Pós-Graduação em História & XVI Semana de História da Universidade Estadual de Maringá*. Maringá, 2010.
- NAZARENO, Nilton Ricetti Xavier de. *SIG Arqueologia, aplicação em arqueologia*. Tese de Doutorado. MAE/USP, São Paulo, 2005.

- NOELLI, Francisco Silva; SOUZA, Jonas Gregório de. Novas perspectivas para a cartografia arqueológica Jê no Brasil meridional. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Hum.*, Belém, v. 12, n.1, p. 57-84, jan-abr. 2017.
- PEREZ, Glauco Constantino. *Arqueologia Paulista e o marcador cerâmico como delimitador de fronteira étnica: um estudo das regiões sul e oeste do Estado de São Paulo*. Tese de doutorado. MAE/USP. 2018.
- ROBINSON, Mack; SOUZA, Jonas Gregório de; MAEZUMI, Yoshi; CÁRDENAS, Macarena; PESSEDA, Luís; PRUFER, Keith; CORTELETTI, Rafael; SCUNDERLICK, Deisi; MAYLE, Francis E; DEBLASIS, Paulo.; IRIATE, José. Uncoupling human and climate drivers of late Holocene vegetation change in Southern Brazil. *Nature Scientific Reports*. 8,7800. 2018.
- SAIA, Soraia Elaine Marques Gouveia. *Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Quaternário tardio com base em estudo multi/interdisciplinar no Vale do Ribeira (sul do estado de São Paulo)*. Doutorado. USP, São Paulo, 2006.
- SALDANHA, João Darcy de Moura. *Paisagem, lugares e cultura material: uma arqueologia espacial nas Terras Altas do Sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado, PUC-RS, Porto Alegre, 2005.
- SILVA, Bruno Labrador Rodrigues da. *Sistema de assentamento proto-Jê meridional no alto Rio Canoas*. Memorial de Qualificação. Museu de Arqueologia e Etnologia - MAE/USP, São Paulo, 2016.
- SCHMITZ, Pedro Inácio. Índios guaranis, Kaingang e Xokleng: territórios indígenas e fronteiras. IN: MOREIRA, L. F. V. (Org.). *Instituições, fronteiras e políticas na História Sul-americana*. Curitiba: Juruá, 2007. p. 129-148.
- SCHMITZ, Pedro Inácio. A Arqueologia do Jê Meridional: uma longa aventura intelectual. *Cadernos do CEOM*. Estudos arqueológicos regionais. V. 29, n. 45. P. 7-32 Dez. 2016.
- SCHMITZ, Pedro Inácio; NOVASCO, Raul Viana. Arqueologia no planalto: o uso do SIG na aplicação de análise espaciais dos sítios arqueológicos da localidade Boa Parada, Municípios de São José do Cerrito, SC. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*. São Paulo. N.1, p. 167-183, 2011.
- SOUZA, Jonas Gregório de; MERENCIO, Fabiana. A diversidade dos sítios arqueológicos Jê do Sul no Estado do Paraná. *Cadernos do LEPAARQ – Textos de Antropologia, Arqueologia e Patrimônio*. V. X, nº20. Pelotas, RS: Editora da UFPEL, 2013.
- SOUZA, Nicolas Pereira de; SILVA, Elisa Mousinho Gomes Carvalho; TEIXEIRA, Marcelo Dias; LEITE, Lucília Rezende; REIS, Aliny, Aparecida dos; SOUZA Larissa Natasha; ACERBI JUNIOR, Fausto Weimar; RESENDE, Tamara Azevedo. Aplicação do Estimador de Densidade Kernel em unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calo. Anais XVI Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto –SBSR. Foz do Iguaçu. p.4958-4965, 2013.

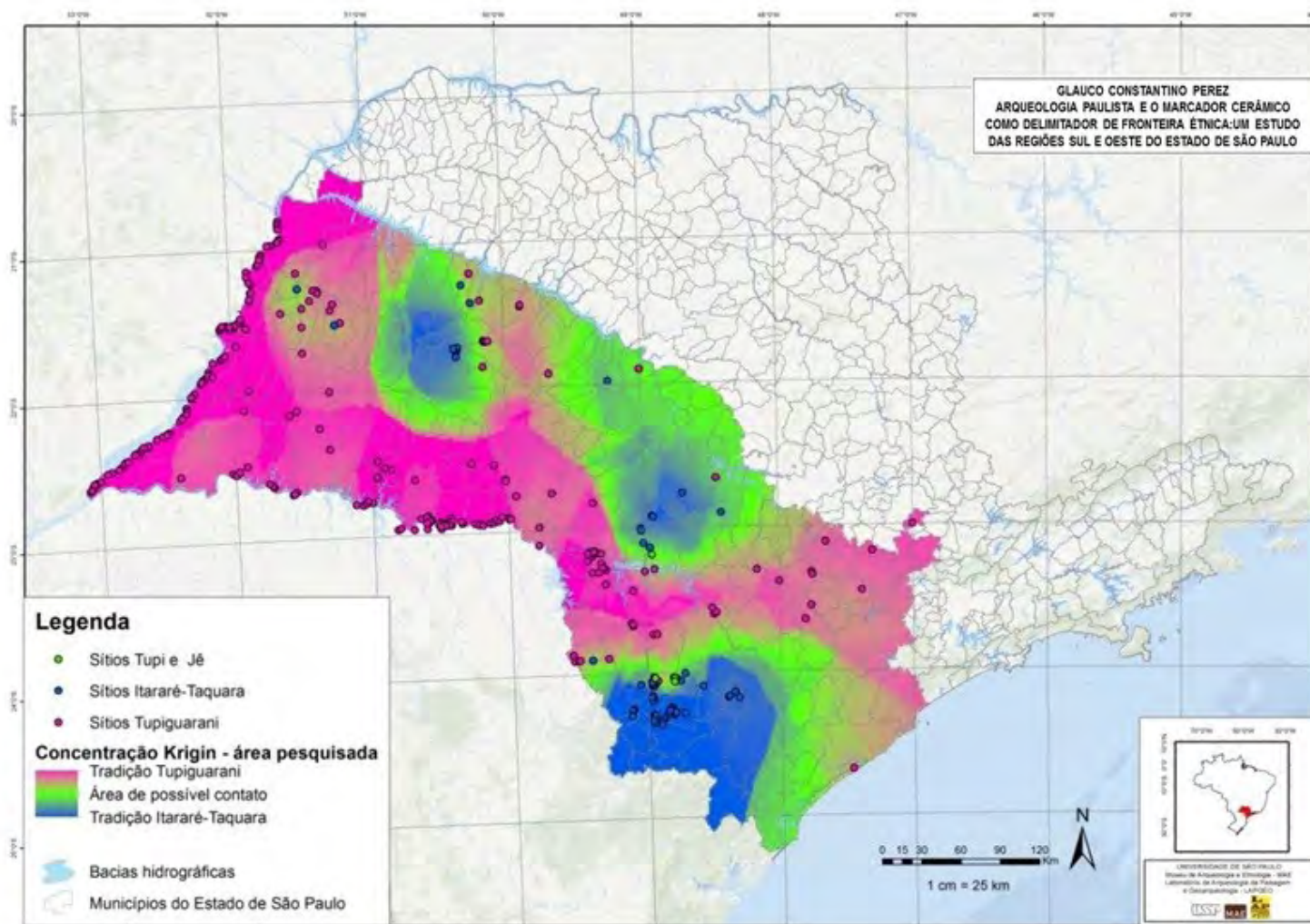
ANEXOS



Mapa 1 - Mapa com as três categorias de sítios arqueológicos segundo o método de interpolação Kernel. Fonte: Perez (2018).

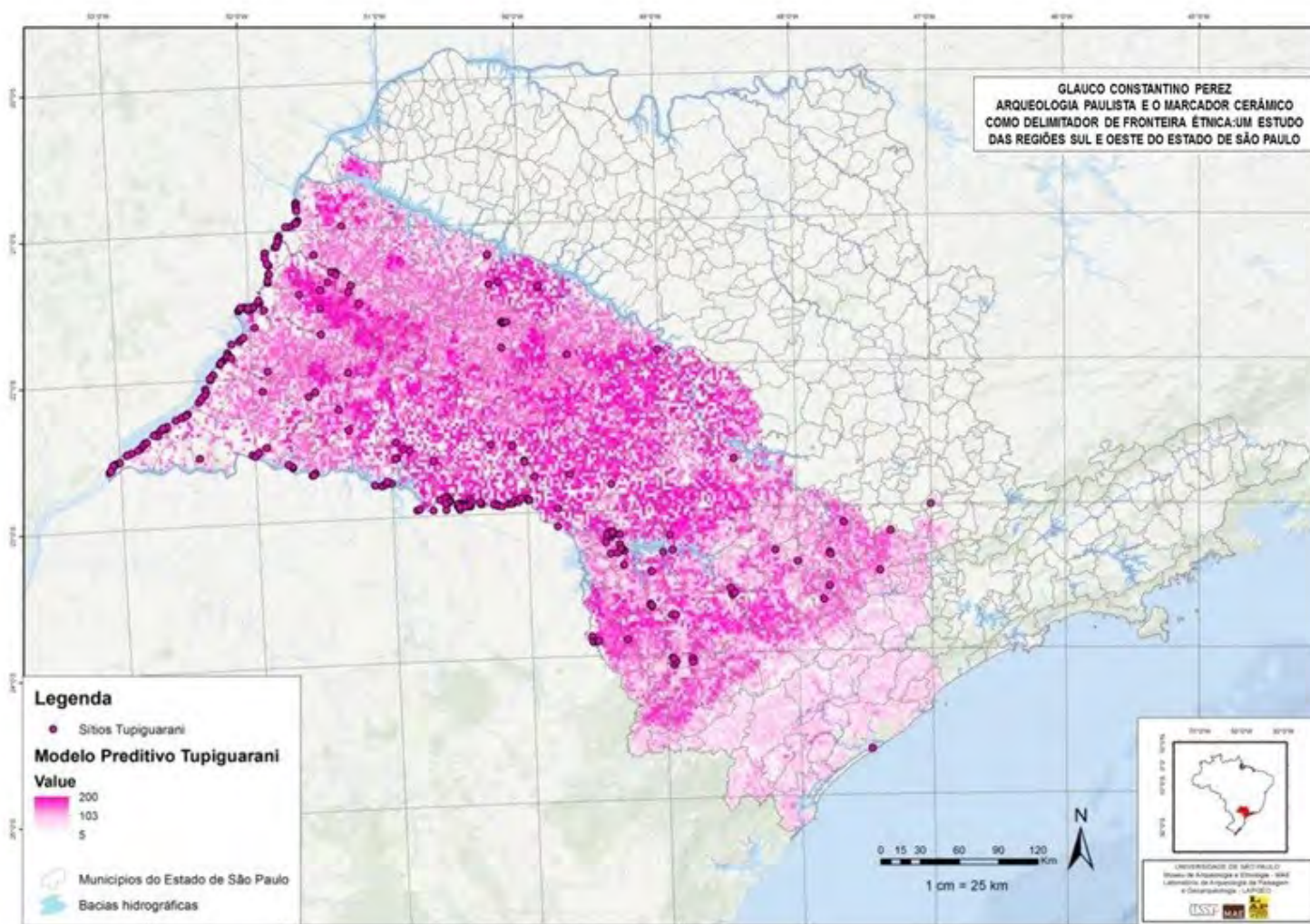


Mapa 2 - Mapa com a distribuição dos sítios arqueológicos estudados segundo a interpolação IDW. Fonte: Perez (2018).



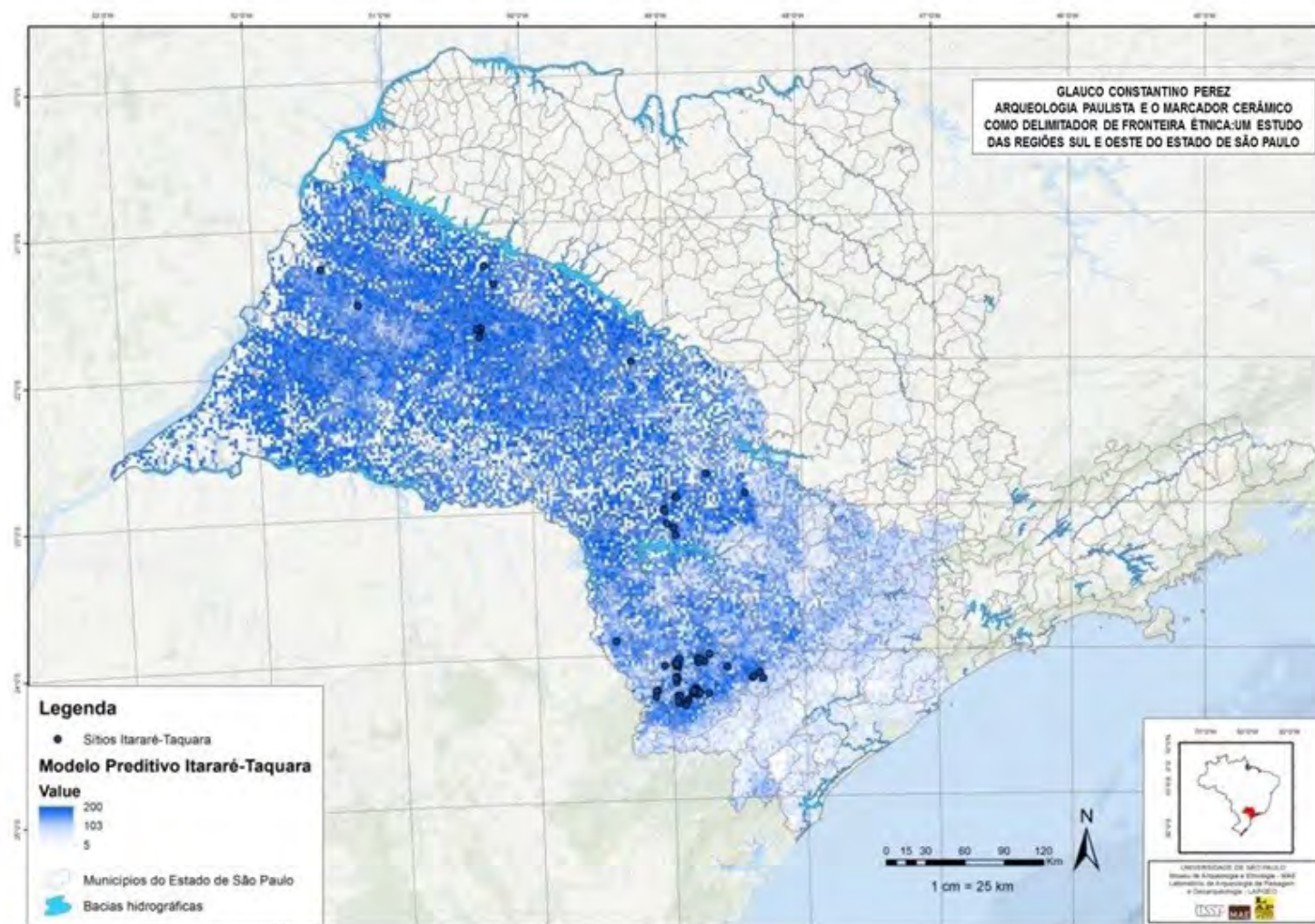
Mapa 3 – Mapa que apresenta a interpolação dos sítios arqueológicos estudados com o método de Krigagem. Fonte: Perez (2018).

PEREZ, Glauco Constantino; AFONSO, Marisa Coutinho e MOTA, Lúcio Tadeu. Métodos de análise espacial para sítios arqueológicos...In: Cadernos do Lepaarq, v. XV, n.30., p. 98-120, Jul-Dez. 2018.



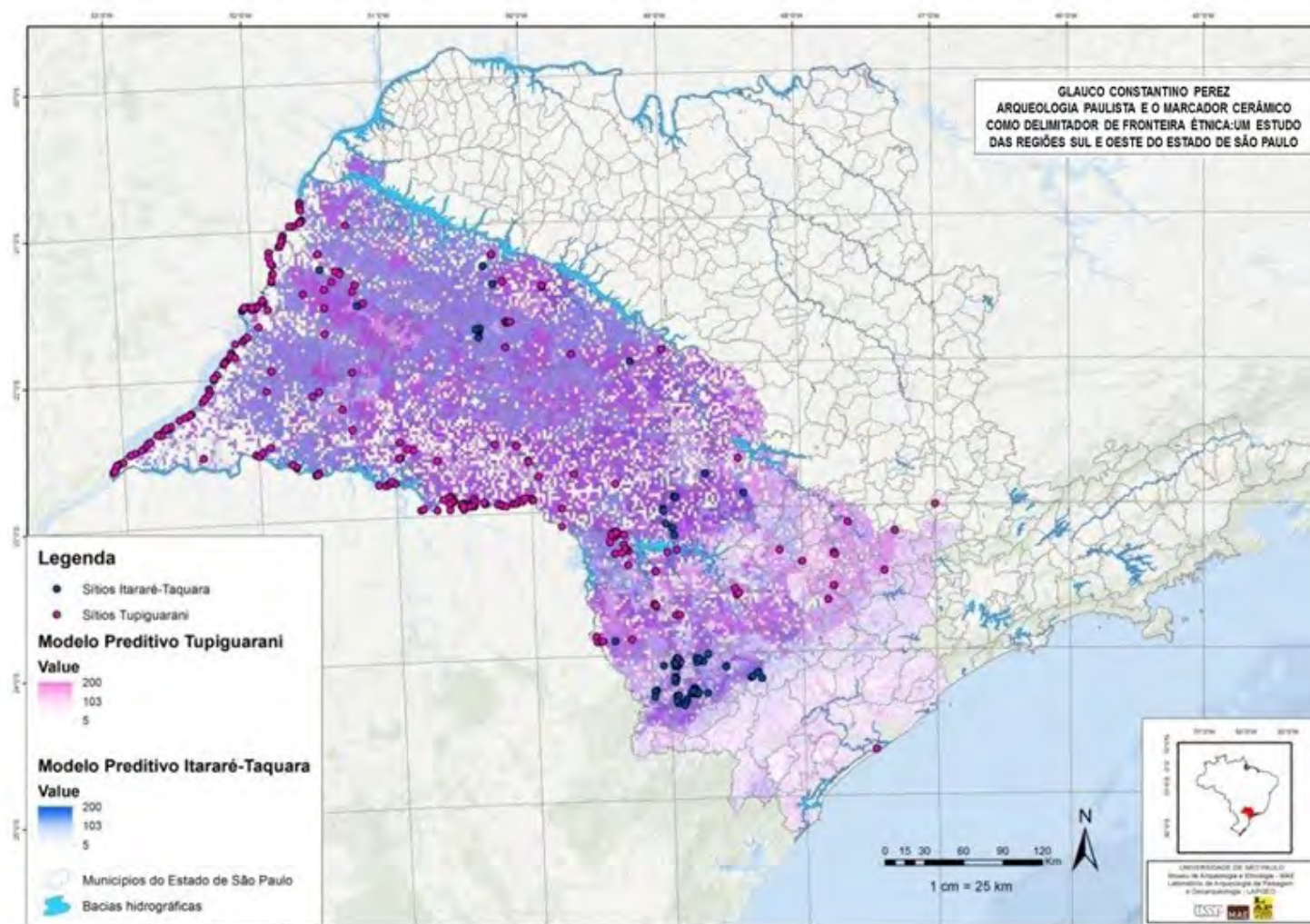
Mapa 4 - Mapa do Modelo Preditivo Simples para sítios arqueológicos da tradição Tupiguarani. Fonte: Perez (2018).

PEREZ, Glauco Constantino; AFONSO, Marisa Coutinho e MOTA, Lúcio Tadeu. Métodos de análise espacial para sítios arqueológicos...In: Cadernos do Lepaarq, v. XV, n.30., p. 98-120, Jul-Dez. 2018.



Mapa 5- Mapa do Modelo Preditivo Simples para sítios arqueológicos da tradição Itararé-Taquara. Fonte: Perez (2018).

PEREZ, Glauco Constantino; AFONSO, Marisa Coutinho e MOTA, Lúcio Tadeu. Métodos de análise espacial para sítios arqueológicos...In: Cadernos do Lepaarq, v. XV, n.30., p. 98-120, Jul-Dez. 2018.



Mapa 6 - Mapa do Modelo Preditivo Simples para sítios arqueológicos da tradição Tupiguarani e Itararé-Taquara. Fonte: Perez (2018).

Recebido em: 11/06/2018

Aprovado em: 06/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

PEREZ, Glauco Constantino; AFONSO, Marisa Coutinho e MOTA, Lúcio Tadeu. Métodos de análise espacial para sítios arqueológicos...In: Cadernos do Lepaarq, v. XV, n.30., p. 98-120, Jul-Dez. 2018.

A ECOLOGIA DE ASSENTAMENTOS, INTERAÇÕES SOCIAIS AMERÍNDIAS E O CONTEXTO GEOGRÁFICO DOS MUIRAQUITÃS NO BAIXO AMAZONAS.

THE ECOLOGY OF SETTLEMENTS, AMERINDIANS SOCIAL INTERACTIONS AND THE GEOGRAPHICAL CONTEXT OF MUIRAQUITÃS IN THE LOW AMAZONAS.

Anderson Márcio Amaral Lima

Como citar este artigo:

LIMA, Anderson Márcio Amaral. A Ecologia de Assentamentos, Interações Sociais Ameríndias e o Contexto Geográfico dos Muiraquitãs no Baixo Amazonas. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 121-141, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



A Ecologia de Assentamentos, Interações Sociais Ameríndias e o Contexto Geográfico dos Muiraquitãs no Baixo Amazonas.

Anderson Márcio Amaral Lima*

Resumo: Este artigo aborda a importância da paisagem e as correlações entre ecologia de assentamentos humanos e a construção do tecido social entre sociedades ameríndias no período pré-colonial e colonial, no baixo Amazonas, precocemente fomentadas pelas redes de troca. Nas crônicas ibéricas sobre o Rio das Amazonas, dos séculos XVI e XVII, são mencionados aspectos relacionados à paisagem cultural de Santarém, tida como o centro político dos Tapajós, em uma extensa área entre os municípios de Juruti e Prainha. Microrregiões do oeste paraense, que estavam politicamente integradas por sistemas de chefias regionais, foram nomeadas de província de São João, por Gaspar de Carvajal. Trata-se da mesma área das províncias arqueológicas de Santarém-Nhamundá-Trombetas, historicamente vinculadas como centros de produção e circulação de objetos de pedras verdes, conhecidos como muiraquitãs.

Abstract: This article discusses the importance of landscape and the correlations between ecology of human settlements and the construction of the social tessitura between Amerindian societies in the pre-colonial and colonial times in the lower Amazonas, precocious fomented by the exchange networks. In the Iberian chronicles on the River of the Amazons of the sixteenth and seventeenth centuries, aspects related to the cultural landscape of Santarém, considered as the political center of the Tapajós Indians, and of an extensive area between the municipalities of Juruti and Prainha, microregions of western Paraense, that were politically integrated, by systems of regional heads, being named of province of São João by Gaspar Carvajal. It is the same area of the archaeological provinces of Santarem-Nhamundá-Trombetas, historically linked as centers of production and circulation of objects of green stones known as muiraquitãs.

Palavras Chave:

Santarém; Muiraquitãs; Rio Tapajós.

Keywords:

Santarém; Muiraquitãs; Tapajós River.

*Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Programa de Antropologia e Arqueologia; Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMA), Brasil; Laboratório de Arqueologia. Graduado em Arqueologia pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Brasil. E-mail: kawayba@gmail.com

ÁREA SANTARÉM, ANTIGO POLO CULTURAL AMERÍNDIO NO BAIXO AMAZONAS.

Em memória de Denise Schaan.

Nas terras baixas amazônicas e em outras partes da América do Sul, a pesquisa arqueológica, nas últimas décadas, tem voltado seu interesse para o paradigma da construção da paisagem e o encadeamento da tessitura social, fomentada pelas antigas redes de interações ameríndias de curta, média e longa distância (BALÉE, 1989, 2017; ANCHUERTZ, et al 2001; STENBORG, et al., 2012; CLEMENT e FREITAS, 2013; ROSTAIN, 2014a e b).

Na região de Santarém, antigo polo cultural ameríndio no Baixo Amazonas, os dados disponíveis apontam que, desde o Pleistoceno final e o Holoceno inicial, o ambiente vem passando por modificações constantes, causadas por fatores geológicos, hidrológicos e climatológicos (IRION, et. al. 2006). Na transição Pleistoceno-Holoceno, uma nova ordem de mudanças ambientais toma início na Amazônia, não produzidas por fenômenos naturais, mas como resultado direto de interferência humana nas paisagens (ROOSEVELT et. al. 1996). Persistentes na longa duração, as mudanças antrópicas na região do Baixo Amazonas foram intensificadas no pré-colonial tardio, resultando em mudanças substanciais na ecologia da paisagem e demografia das plantas (SHOCK, et. al., 2014; ALVES, et al., 2016). A relativa uniformidade da floresta ombrófila equatorial, em primeiro olhar, faz com que essa diferenciação entre o natural e o antrópico caminhe por tênues linhas paralelas, dificultando uma melhor avaliação por parte do pesquisador (BALÉE, 1993; MAZZ, et. al, 2016). Todavia, é de vital importância o reconhecimento da paisagem cultural e das correlações na longa duração entre a ecologia de assentamentos e o fomento precoce do tecido social entre sociedades ameríndias amazônicas (HECKENBERGER, et, al. 2008).

Nas crônicas ibéricas dos séculos XVI e XVII (CARVAJAL. 1941:11 HERIARTE, 1874:35-39; BETENDORF, 1910:59) são mencionados aspectos relacionados à paisagem cultural de Santarém, tida como o centro político dos Tapajós, e de uma extensa área entre os municípios de Juruti e Prainha, microrregiões do Oeste Paraense, que estavam politicamente integradas por sistemas de chefias regionais e foram nomeadas conjuntamente de província de São João (CARVAJAL, 1941:79). O primeiro registro que se conhece sobre a ecologia de assentamentos em Santarém está contido no relato do frade dominicano Gaspar de Carvajal (CARVAJAL, 1941:11-79; AMARAL, 2004:3). Cronista da expedição de Francisco de Orellana, não menciona nada acerca da urbe que seria o centro político da chefia tapajônica, espalhada nas areias da margem direita junto, à foz do rio Tapajós. Contudo, o cronista nos fornece um quadro geral da paisagem cultural na área Santarém, condizentes com topografia, distância, cobertura vegetal e padrão de ocupação humana das margens do rio Tapajós às bordas das serras, localizadas ao sul de Santarém (Piquiatuba, Mararú, Ipanema e Diamantino). Segundo Carvajal, “por toda aquela margem direita que é o lado sul, para o interior a umas duas léguas mais ou menos, aparecia grandes cidades que estavam alvejando [...]” (CARVAJAL 1941: 11). Seguindo na leitura do autor, “a terra é alta e fazem lombas, todas de savanas com ervas que chegam aos joelhos [...]. Os montes destas terras, são azinhais, sorverais, com bolotas [*Couma utiliss.?*] porque nós as vimos e carvalhais” (CARVAJAL 1941: 79).

Crônicas posteriores descrevem a principal aldeia dos Tapajós como de conformação linear¹, produtora de itens com alta valorização simbólica e situada na grande enseada que começa logo após o morro da Fortaleza, estendendo-se em direção ao Sítio Porto de Santarém (BERREDO, 1749:733; BETENDORF, 1910:59; HERIARTE, 1874:35). Recentemente, as in-

1 O sítio arqueológico urbano de Santarém, de conformação linear, situa-se em uma comunidade ecológica diferenciada das áreas do Planalto Santareno/Belterrense, que apresenta em suas bordas um padrão de ocupação muito similar ao descritos para os barrancos às margens do rio Amazonas (CARVAJAL, 1941; DENEVAN, 1996; AMARAL, 2004).

formações históricas relacionadas à produção de itens específicos da cultura material dos Tapajós foram corroboradas pelo registro arqueológico, certificando que no sítio arqueológico Urbano de Santarém funcionavam oficinas líticas e suas cadeias operatórias de produção de muiraquitãs (HERIARTE, 1874:37; MORAES, et. al. 2014, AMARAL, 2017).

O ENTRECruzAMENTO DE ECOTONOS NA EMBOCADURA DO RIO TAPAJÓS E A TESSITURA SOCIAL NA LONGA DURAÇÃO

Para um melhor entendimento sobre como as paisagens foram construídas em um ambiente tão heterogêneo, é importante lembrar que na embocadura do rio Tapajós e nos arredores de Santarém a paisagem apresenta singularidades geomorfológicas e bióticas que se entrecruzam no entorno da confluência deste com o Amazonas. Segundo os levantamentos geológicos realizados na região do Baixo Tapajós, a geomorfologia local é caracterizada por apresentar quatro unidades morfoestruturais bem definidas e vegetação, por sua vez, composta por quatro formações florestais bem distintas: floresta equatorial subperenifólia e cerrado equatorial subperenifólio, na terra firme; e floresta equatorial higrófila de várzea e campos equatoriais higrófilos de várzea (RADAMBRASIL, folha 21, 1976; RODRIGUES, et. al. 2001; ROCHA, 2014).

A junção de comunidades ecológicas distintas às proximidades do baixo rio Tapajós ocasionou um complexo e dinâmico sistema em constante transformação, influenciado por fatores de ordem climatológica, geológica e hidrológica (IRION, et. al. 2006; FARIAS, 2012) que, associados a mudanças antrópicas milenares, produziram alterações significativas nas paisagens do local onde estava assentado o antigo centro político dos Tapajós e de centenas de aldeias que orbitavam sob sua influência (BETENDORF, 1910; NIMUENDAJÚ, 1949, 1952, 1953; STENBORG et. al., 2010, 2012).

A CAPINARANA

A capinarana², ou cerrado equatorial subperenifólio (Fig.1), compõe a cobertura vegetal original dos terrenos arenosos amazônicos. Aparentemente, no Holoceno, a faixa arenosa foi um dos locais escolhidos no Baixo Amazonas por grupos humanos, que se fixaram de forma semissedentária ou sedentária, manejando o solo pobre em nutrientes. Isso pode ter sido um gatilho nos processos de antropização e de domesticação, que resultaram nas grandes áreas de terra preta arqueológica (TPA) de consistência arenosa, as quais são encontradas nos arredores de Santarém e nas margens do rio Tapajós.

No século XIX, cientistas naturalistas, em trabalhos de campo nos arredores da cidade, identificaram involuntariamente um padrão distribuído pela faixa arenosa de antigas aldeias de formato circular³ que eram conhecidas pelos locais como capões ou ilhas de mato (Fig. 2 e 3). As ilhas de mato e o cinturão verde do sítio arqueológico urbano de Santarém foram descritos como de vegetação composta por árvores de grande porte entrelaçadas por lianas. Contrapondo a faixa verde ao fundo, estão as capinaranas e os escaldantes areais, com árvores esparsas de pequeno e médio porte, matas de galeria e gramíneas, sujeitas a incêndios naturais no verão amazônico (BATES, 1979; RODRIGUES, 1889, RODRIGUES, et. al. 2001).

2 Estudos florísticos indicaram uma semelhança entre a vegetação da capinarana e o cerrado do Brasil central, porém com uma menor diversidade de espécies que este último (MIRANDA, et al., 2003). Características do ambiente de Capinarana são drenagem acentuada, umidade variável entre 8 - 12% no verão e 20 - 25% no inverno, concentrando baixa carga de nutrientes, um ambiente pouco favorável à produção de alimentos (AMARAL, 2004, RAIMUNDO COSME, informação pessoal).

3 O padrão de aldeias circulares estava inserido na paisagem entre a base das serras que formam o planalto Santarém/Belterrense e as margens do rio Tapajós. Não há estudo ou pesquisa arqueológica sistemática da cultura material ou datações acerca deste padrão de ocupação na faixa arenosa e muitos destes sítios se encontram selados pela sedimentação, abaixo de estruturas em áreas residenciais da moderna Santarém, ou destruídos (AMARAL, 2004).



Figura 1 - Sítio arqueológico com cerâmicas Pocó, associado à vegetação de capinarana às margens do rio Tapajós.
Foto: Márcio Amaral.



Figura 2 - Sítios arqueológicos de antigas aldeias circulares a leste de Santarém.
Mapa elaborado por Jéssica P. G. dos Santos.



Figura 3 - Formações insulares de vegetação alta, contrastando com áreas de capinarana a oeste de Santarém.

Mapa elaborado por Jéssica P. G. dos Santos

A VÁRZEA

Na porção Norte e Leste/Oeste do município de Santarém, a região de várzea representa uma planície fluvial com depósitos aluviais atuais e subatuais, com predomínio de argilas e areias, levemente alçado à lâmina d'água, com altitudes próximas a 20 metros (OLIVEIRA, et al., 2000). A floresta equatorial higrófila de várzea e os campos equatoriais higrófilos de várzeas são as comunidades ecológicas predominantes, cujas áreas, sujeitas a inundações periódicas no inverno amazônico, caracterizam-se pela presença de lagos de formatos arredondados, onde apenas 10% da cobertura vegetal é constituída por florestas (RODRIGUES, et, al. 2001; ROCHA, 2014; MACGRATH et al.,2000). No contexto geral, as várzeas (Fig. 4) amazônicas eram, e ainda são, de importância estratégica na obtenção de proteína animal e vegetal, com registro de ocupações humanas anteriores ao início da invasão europeia, no século XVI (HERIARTE 1874; NIMUENDAJÚ, 1953, DENEVAN, 1996, ROOSEVELT, 1999).

Sítios arqueológicos relacionados à cultura Santarém Clássica (Fig.5), com cerâmicas de estilo incisa e ponteadada, globular de estilo Santarém, Santarém Modo Pintado ou a fusão dos modos em associação a muiraquitãs diagnósticos, foram registrados em ambientes de várzea, a montante e a jusante de Santarém (NIMUENDAJÚ, 1953; AMARAL, 2016; 2017).



Figura 4 - Áreas de várzea, a montante de Santarém, com vegetação de campos e florestas alagáveis.
Foto: Márcio Amaral



Figura 5 Lagos de várzea ao norte da cidade de Santarém, fonte abundante de proteína animal no verão Amazônico e sítios arqueológicos associados.
Mapa elaborado por Jéssica P. G. dos Santos.

O PLANALTO

As terras altas ou planalto Santareno/Belterrense, ao sul da cidade de Santarém, apresentam conformação tabular, superfície plana com bordos erosivos e cotas de altimetria que variam de 16 a 250 m acima do nível médio do mar. A geomorfologia é composta por antigas camadas sedimentares dos períodos Cretáceo-Terciário e Quaternário (RADANBRASIL, 1976; ROCHA, 2014; SCHAAN E AMARAL, 2012) e estudos pedológicos e edafológicos, realizados entre 2005-2013⁴, resultaram em dados que demonstram que os solos nas áreas de planalto são constituídos principalmente por latossolos⁵ e argissolos amarelos que, quando manejados, alcançam alta produtividade (RODRIGUES. et, al. 2001; AMARAL, 2004; STENBORG. et, al. 2012; 2014). Faz parte da cobertura vegetal das áreas de planalto a floresta equatorial subperenifólia, com porções significativas compostas por florestas antrópicas ou manejadas e suas espécies úteis aos seres humanos. Entre os séculos XVI e XIX, a vegetação no planalto ao sul de Santarém era composta por florestas altas manejadas (CARVAJAL, 1941:11; HARTT, 1885:12; NIMUENDAJÚ, 1953:59).

As pesquisas arqueológicas antigas e recentes têm apontado que o planalto Santareno/Belterrense foi grandemente modificado (Fig. 6) no período pré-colonial tardio e colonial pelo adensamento de aldeias em associação a significativas obras de engenharia utilitária, como a construção de estradas interligando margens de rios a conjuntos de aldeias, a escavação de poços com capacidade de armazenagem ampliada pela construção de muros de terra, a impermeabilização e a ampliação de cavidades naturais e de canais de drenagem para o direcionamento das águas pluviais, a construção de plataformas de habitação e de prováveis sítios cerimoniais (NIMUENDAJÚ, 1953; AMARAL, 2004; STENBORG et al., 2012, 2014, 2018). Como resultado, no período entre os séculos XII e XVII da era cristã, uma área com aproximadamente 7.500 km² foi transformada em paisagem étnica e ritual pela expansão da cultura Santarém Clássica na região do planalto (AMARAL, 2004; SCHAAN E AMARAL, 2012; STENBORG et al., 2012, 2014).

As singularidades na paisagem no baixo Tapajós e o entrecruzamento de comunidades ecológicas junto à sua foz, de maneira oposta àquela postulada pela ecologia cultural, contribuíram para a longa duração do desenvolvimento e da permanência de assentamentos humanos na região. Isso suscita a ideia de que, no período pré-colonial tardio, os Tapajós intensificaram as alterações na paisagem, na região do Baixo Amazonas, empregando estratégias distintas e simultâneas de apropriação, visando à exploração e o gerenciamento de recursos.

Os padrões das ocupações antigas nestas áreas são corroborados por meio das diversas fontes documentais disponíveis, levantamentos sistemáticos de sítios, registros arqueológicos e na relativamente alta quantidade de datações. Sustenta-se que o Baixo Amazonas, em período pré-colonial tardio e colonial, alcançou significativo desenvolvimento sociocultural na forma de apropriação e de alterações substanciais na ecologia das paisagens, de alta demografia, da exploração e do manejo de recursos em grande escala, de indústrias cerâmicas e líticas refinadas, de agricultura, de religião, de redes de trocas e do envolvimento em guerras⁶, em um cenário que propiciou à sociedade tapajônica a construção de um intrincado pano social, intra e extra-área Santarém (ACUNÃ, 1641; HERIARTE, 1884; PORRO, 1992; NEVES, 2009; STENBORG et al. 2012, HARRIS, 2015; ROCHA, 2017).

4 Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF), Cultivated Wilderness Project, Embrapa e produtores independentes de soja e milho.

5 O latossolo da região do Planalto Santareno/Belterrense apresenta textura média, argilosa e muito argilosa 75 -95%, em associações com solos antrópicos e lateríticos, drenagem 15 - 20% no verão e 38 - 45% no inverno, (SEPROF, 2005; AMARAL,2004; SCHAAN E AMARAL, 2012; SODERSTROM et al., 2013, RAIMUNDO COSME, comunicação pessoal)

6 Pesquisas recentes realizadas no planalto Santareno/Belterrense, Lago Grande de Vila Franca e baixo curso do rio Curuá Una, apontam uma expansão da cultura Santarém, apropriação da paisagem e integração em escala macro entre os séculos X e XVII (STENBORG et, al., 2010; 2012; 2014).

Densidade de Sítios Arqueológicos na região de Lavras do Planalto Santareno/Belterrense



Figura 6 - Adensamento de sítios arqueológicos na Região de Lavras, município de Santarém. Mapa elaborado por Jéssica P. G. dos Santos.

Decorridos cinco séculos após o início da invasão europeia, malgrada a dinâmica sedimentar do rio Amazonas e a agropecuária extensiva na várzea, o avanço desordenado da urbanidade na faixa arenosa, e o agronegócio⁷ na região de planalto, ainda são perceptíveis as marcas produzidas na paisagem que, longe de ser uma escolha aleatória, era constituída de propósito específico ou associada a fatores demográficos, tecnológicos ou culturais endógenos ou exógenos, surgidos por meio de interações sociais com outros grupos (ANSCHUETZ et, al., 2001; SCHAAN E AMARAL, 2012; ROSTAIN, 2014a e b).

As escolhas para a implantação de assentamentos humanos e determinada área podem ser nominadas de ecologia de assentamentos, paisagens rituais e paisagens étnicas, tendo como propósito favorecer logísticas e demandas, ratificando um profundo conhecimento do ecossistema por partes de populações ameríndias na Amazônia (ANSCHUETZ et, al., 2001). Assim, a pesquisa arqueológica forneceu elementos de planejamento futuro por parte desses coletivos, nas áreas previamente selecionadas. Na atualidade, ainda persiste o antigo costume para a escolha e fixação de assentamentos humanos, onde as cidades e comunidades de origem colonial e os modernos núcleos urbanos estão inseridos na paisagem sob os refugos de antigas aldeias. Fato que demonstra de maneira objetiva que o padrão nas escolhas para fixação humana atual na Amazônia é conexo ao padrão pré-colonial (ROCHA et. al.,2013; ALMEIDA, 2017).

7 A recolonização das áreas de planalto, no século XIX, por quilombolas, confederados estadunidenses, ribeirinhos, cearenses, criação do projeto Belterra, em meados da década de 1930 e abertura da rodovia BR 163 na década 1970 causaram impactos menores quando comparados com a chegada do agronegócio nas últimas duas décadas, que vem destruindo sistematicamente dezenas de depósitos arqueológicos e a floresta antrópica, substituída pela monocultura de soja.

O SÍTIO ARQUEOLÓGICO URBANO DE SANTARÉM

A porta de acesso aos antigos padrões de ocupação na Amazônia pode ser aberta por meio de uma abordagem detalhada sobre a paisagem, e sua abordagem é essencial para a compreensão das sociedades ameríndias pré-coloniais. Uma vez que a domesticação da paisagem, ao longo de milênios, produziu, na Amazônia, ambientes carregados de história, em partes erodidos ou preservados e ocultos abaixo dos modernos centros urbanos, dos sedimentos em leitos de rios e lagos ou sob o espesso dossel equatorial em locais pouco acessíveis a pesquisa. Em Santarém, essas histórias passaram a ser interpretadas e contadas pela pesquisa arqueológica e pelas disciplinas associadas, a partir do antigo centro político dos Tapajós (HERIARTE, 1874, NIMUENDAJÚ, 1949, PALMATARY, 1960). Por meio das interfaces geradas entre arqueologia e paisagem, facilitando o reconhecimento das relações dinâmicas e interdependentes que grupos humanos mantinham com as dimensões físicas, sociais e culturais, fornecendo ao pesquisador os referenciais adequados para uma melhor avaliação de paisagens contemporâneas, beneficiando o entendimento da construção e manejo de paisagens pretéritas (ANSCHUETZ et. al., 2001, BALÉE, 2017).

Na região de Santarém, a pesquisa acadêmica tem focado sua atuação na região do planalto Santareno/Belterrense e, principalmente, no sítio arqueológico Urbano de Santarém (Fig. 6), que foi dimensionado com base em dados empíricos, estabelecendo uma zona com paisagem domesticada, a qual engloba nove bairros na área central da cidade, cobrindo uma área superior a 4 km² (AMARAL, 2004-2011). Um gigantesco depósito cultural, que apresenta pontos de floresta antrópica residual e palimpsesto arqueológico com até 2 metros de profundidade, configurando uma das maiores jazidas arqueológicas das terras baixas amazônicas (NIMUENDAJÚ, 1953; ROOSEVELT 1999; AMARAL, 2004-2011).

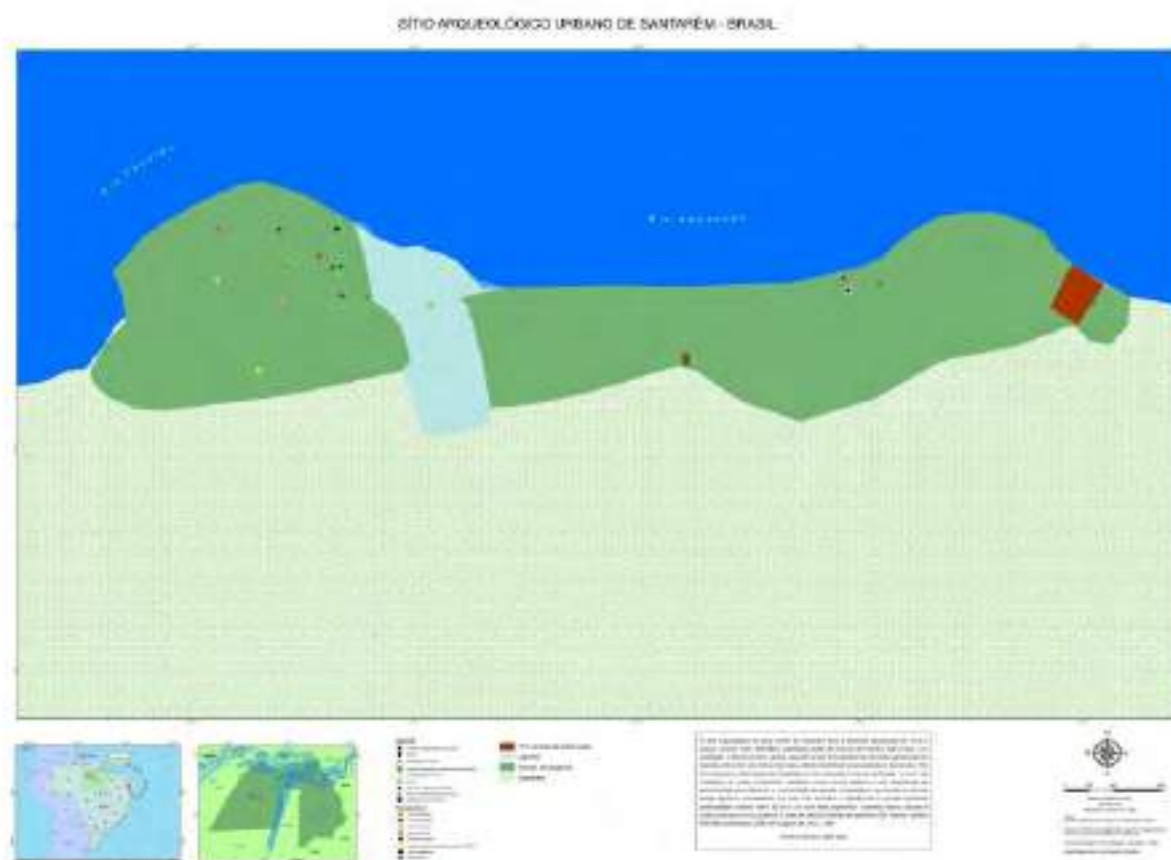


Figura 7 Mapa do sítio arqueológico urbano de Santarém. Márcio Amaral 2011.

Mapa elaborado por Rafael Monteiro.

O desenvolvimento da pesquisa sistemática no sítio arqueológico Urbano de Santarém ocorre a partir da década de 1980 e incrementa-se entre 2000-2015. Isso favoreceu a aplicação de novas metodologias de campo, utilizando-se de sensoriamento remoto, geofísica e planialtimetria (ROOSEVELT, 1987; GUAPINDAIA, 1993; GOMES, 2011, SOUZA; 2012; SCHAAN E ALVES, 2015). Também auxiliaram no refinamento de escavações sistemáticas o processamento dos sedimentos em água e em peneiras múltiplas, com a curadoria feita em campo e em laboratório. (QUINN, 2004; MORAES et.al. 2013; SCHAAN E ALVES, 2015). Nos setores Aldeia e Sitio Porto, foi obtida uma série de datações que remetem ao período das ocupações Pocó⁸, culminando com as ocupações relacionadas à cultura Santarém Clássica:

Tabela 1- com datações nos setores: Sitio Porto de Santarém e Bairro Aldeia. Adaptado de Bruna Rocha (2017).

Referências	Ano	RC/TL/OLS	Sítio	Amostras	A.P.
Alves	2012	RC	Porto	PSTM-006	3260 ± 30 AP
Gomes	2011	RC	Aldeia	Beta 283902	3000 ± 40 AP
Quinn	2004	RC	Porto	WK6836	2912 ± 56 AP
Gomes	2011	RC	Aldeia	-	2370 ± 60 AP
Quinn	2004	RC	Porto	WK6834	2270 ± 63 AP
Gomes	2011	RC	Aldeia	Beta 248485	2040 ± 40 AP
Gomes	2011	RC	Aldeia	Beta 283903	1800 ± 40 AP
Schaan & Alves	2015	RC	Porto	-	1260 ± 30 AP
Alves	2012	RC	Porto	PSTM-002	960 ± 30 AP
Quinn	2004	RC	Porto	WK6844	664 ± 57 AP
Quinn	2004	RC	Porto	WK6846	512 ± 59 AP
Quinn	2004	RC	Porto	WK6841	425 ± 56 AP
Quinn	2004	RC	Porto	WK6835	380 ± 64 AP

Em adição a esse panorama, dados complementares foram obtidos em áreas adjacentes da margem esquerda e no planalto Santarém/Belterrense, proporcionando o estabelecimento de uma cronologia preliminar para a região do baixo curso do rio Tapajós (GOMES, 2004; STENBORG et. al., 2012; ROCHA, 2017), projetando luzes na história pré-colonial e colonial da região de Santarém, demonstrando palimpsestos na paisagem (SHOCK, et. al., 2014), contendo em associação estratigráfica, indústria cerâmica e lítica diversificada, incluso objetos de pedras verdes em estágios diversos de manufatura.

Outro dado de relevância fornecido pela pesquisa arqueológica antiga e recente aponta a existência de pedreiras de arenito e de óxido de ferro, localizados em afloramentos a cerca de 5 quilômetros ao sul das antigas oficinas de produção lítica, identificadas no setor Sitio Porto de Santarém (HARTT, 1885; AMARAL, 2004; MORAES et al. 2014). O arenito da formação Alter-do-Chão funcionava como matéria prima base das indústrias líticas de Santarém, empregado inclusive na laminação e perfuração de pequenos blocos de óxido de ferro, utilizados na produção de rodas de fuso decoradas com incisões finas e pigmento vermelho.

8 Em trabalhos extensivos de campo ou associado a projetos de pesquisa, nos municípios de Belterra e Santarém, foram registrados sítios arqueológicos com cerâmicas Pocó. Localizados em áreas de terra firme, na região do planalto e margens do Tapajós (AMARAL, 2004; STENBORG. et. al.2010).

A coleção arqueológica Juma Janaína⁹, oriunda em sua maior parte do sítio Porto de Santarém, apresenta artefatos cerâmicos e líticos - lascas de basalto, diábase, folhelho, sílexito e pedra verde em diversos estágios de manufatura. Todavia, matérias-primas ígnea ou sedimentar silicosas, essenciais para manufatura de ferramentas, armas e muiraquitãs são inexistentes ou desconhecidas no entorno imediato de Santarém. Esse fato não impediu a sua aquisição em fontes distantes. O desenvolvimento de técnicas e de tecnologias inovadoras, claramente aplicadas às cadeias operatórias de produção de muiraquitãs, de ídolos de pedra de aspecto tridimensional e de contas líticas de pedras verdes, possibilitam classificar esses objetos como de origem local e marcadores culturais da área de Santarém (AMARAL, 2017).

A IMPORTÂNCIA PANAMAZÔNICA DO MUIRAQUITÃ E AS INTERAÇÕES SOCIAIS POR MEIO DAS PEDRAS VERDES

A importância das pedras verdes nas terras baixas amazônicas não se restringiu à área Santarém, pois também foram importantes na região da foz do rio Amazonas e na região da costa oriental amazônica, que liga a região ao nordeste do Brasil. Grupos Tupi controlavam não só importantes redes de troca de longa distância, como também as prováveis fontes de matéria-prima, bem como a produção e a distribuição dos objetos de pedras verdes conhecidos como tembetás (Holanda de Araújo, comunicação pessoal).

As redes de interação Tupi, nas quais circulavam os tembetás, e as redes controladas por grupos que produziam muiraquitãs no Baixo Amazonas, provavelmente Tapajó e Conduri, possuíam braços direcionados para a região do Salgado Paraense, rios Xingu e Tocantins, costa do Amapá e norte das Guianas que, por sua vez, conectavam-se com as Antilhas (NORONHA, 1768; DEVREUX, 1864; RICARDO, 2000; BOOMERT, 1987; DREYFUS, 1993).

As interações sociais por meio das redes de troca, na Amazônia, são bem conhecidas e seu alcance atingiu contextos geográficos¹⁰ de dimensões continentais. Todavia, a complexidade de interações que transitava por elas as tornaram pouco compreensíveis (BOOMERT, 1987; PORRO; 2006). No registro histórico há relatos de expedições regulares e alianças guerreiras entre os índios Tupinambá, da ilha de Upaon-açú (São Luis), e os seus aparentados do entorno de Belém, que tinham como finalidade o controle de fontes de sílexito no baixo rio Tocantins (DEVREUX, 1864; NORONHA, 1768). E, provavelmente, uma das fontes de pedras verde, identificada em trabalhos de campo, no ano de 2011, está localizada nas proximidades de um dos tributários da margem esquerda daquele rio, distante cerca de 60 km ao sul do antigo povoado de Alcobaça, atual Tucuruí (AMARAL, s.d).

No baixo rio Tocantins, as ocupações Tupi são antigas e as datas mais tardias remontam a 950 ± 70 AP, 1550 ± 70 AD (SIMÕES e ARAUJO-COSTA, 1987; ROCHA, 2017; ALMEIDA e KATER, 2017), conferindo contemporaneidade em relação às ocupações tapajônicas na área Santarém, aldeias lacustres do Maranhão e, tardiamente, com as expedições de guerra Tupinambá, provavelmente iniciadas muito antes da ocupação francesa no Maranhão. Esses fatos dialogam com a

9 A relevante coleção arqueológica Juma Janaína, uma homenagem a minha filha, é composta por material cerâmico e lítico da cultura Santarém, resgatados em superfície em sítios arqueológicos na região de Belterra e Santarém (principalmente no setor sítio Porto de Santarém), entre os anos de 1982-2008. A salvaguarda, organização e estudo da coleção possibilitou ao autor, entre outras coisas, desnudar aspectos relacionados às cadeias operatórias de produção de muiraquitãs e antigas redes de interações sociais no baixo Amazonas, contribuindo no esclarecimento de questões espinhosas para arqueologia amazônica que se arrastavam desde o século XIX. Atualmente a coleção Juma Janaína encontra-se depositada sob a guarda do laboratório de arqueologia Curt Nimuendajú da UFOPA, cumprindo seu propósito de contribuir com o avanço do conhecimento arqueológico.

10 Escavações coordenadas por SCHAAN, ROOSEVELT E SILVEIRA, no biênio 2008-2009, na área 4b, trincheira 4, do sítio porto de Santarém, foi exumada em contexto de habitação provável, uma concha helicoidal oceânica em associação a cerâmicas tapajônicas (notas de campo não publicadas).

ideia de fluxo multidirecional¹¹ de pessoas, ideias, matérias-primas e produtos, inclusive na forma de muiraquitãs e cerâmicas, produzidas na área de Santarém e transportados para as regiões da costa setentrional e oriental amazônica, por meio das redes de interações sociais de curta, média e longa distância, como demonstrado no trabalho Gift of the Amazon, que assinala a presença de muiraquitãs na costa oriental brasileira (BOOMERT, 1987).

No início do século XX, no estado do Maranhão, as pesquisas conduzidas por Raimundo Lopes em aldeias lacustres resultaram no registro de um muiraquitã junto às estearias do rio Cajari¹² (LOPES, 1924; BOOMERT, 1987; NAVARRO, 2017). Na atualidade, o Laboratório de Arqueologia da Universidade Federal do Maranhão vem desenvolvendo a pesquisa acadêmica intitulada O Povo das Águas. Em trabalhos sistemáticos de campo, exumou-se um novo exemplar de muiraquitã na estearia de Boca do Rio (NAVARRO, et. al., 2017:876-879). Todavia, o que nos chama atenção nos exemplares coletados no rio Cajari e em Boca do Rio é os atributos iconográficos e tecnológicos diagnósticos dos muiraquitãs, produzidos na área Santarém.

As datas calibradas para um conjunto de seis aldeias lacustres situam essas ocupações do Maranhão entre os séculos IX – XII e os contextos associados ao muiraquitã das estearias de Boca do Rio 1065-995 A.P (NAVARRO et. al, 2017:874). As datas obtidas no sítio Porto de Santarém são 960 ± 30 (ALVES, 2012a) 690-735 e A.P. 765-890 (SCHAAN e Alves, 2015). O cruzamento das datações permite inserir com segurança na mesma linha temporal, por meio de marcadores culturais *sui generis* da cultura Santarém, artefatos arqueológicos separados por milhares de quilômetros (Fig.8, 9, 10).

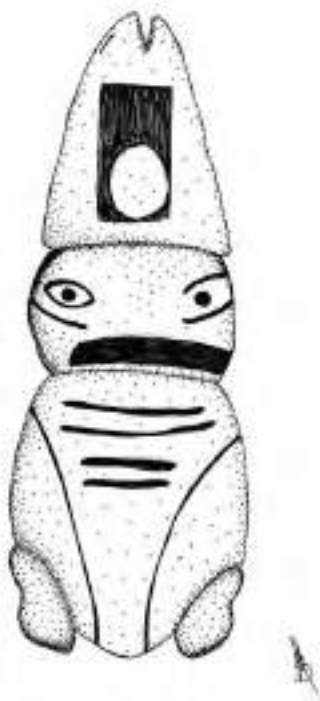


Figura 8 - Muiraquitã encontrado por Raimundo Lopes nas estearias do Rio Cajari. Depositado no acervo do Museu Nacional. Vetorizado por Mayara Sá.

11 Em Arqueologia dos Tupi-Guarani, ALMEIDA (2016) aponta que a cerâmica da fase Tauá, na região do baixo Tocantins, contém elementos de convergência em relação às cerâmicas Tupi-Guarani, Inciso-Modeladas e Marajoara, configurando a região da foz dos rios Xingu-Tocantins como um dos ramos de interações sociais com fluxo permanente, ligando a região do baixo Amazonas com a costa setentrional e oriental Amazônica.

12 Raimundo Lopes foi o primeiro a propor a relação entre os muiraquitãs amazônicos e os encontrados por ele nas estearias do Maranhão.



Figura 9 - Muiraquitã recuperado pelo laboratório de arqueologia da UFMA, nas estearias de Boca do Rio, e estatueta Tapanjônica, pertencente ao acervo do Museu Nacional. Vetorizados por Ana Eugênia de Mendonça.



Figura 10 - Da esquerda para a direita, muiraquitã de Boca do Rio, estado do Maranhão, acervo UFMA. Muiraquitã e ídolo polimorfo da região de Santarém – Pará, depositados na coleção Emilio Goeldi. Chama atenção nos artefatos a decoração bipartida no topo da cabeça. Vetorizados por Ana Eugênia de Mendonça.

CONCLUSÃO

Nem sempre a ecologia da paisagem tem assumido a devida importância para as pesquisas arqueológicas e etnológicas nas terras baixas amazônicas, que tradicionalmente foram direcionadas para a avaliação e a organização de traços da cultura material (KNAPP e ASHMORE, 1999). Contudo, os acréscimos de dados empíricos, nas últimas décadas, vêm alterando de maneira substancial o cenário arqueológico. Comprovando que as escolhas para instalação e permanência de grupos humanos na Amazônia pré-colonial e colonial, independente do ecossistema, eram precedidas de logística ameríndia, que provavelmente incluía o planejamento na sua instalação e manutenção, favorecendo o desenvolvimento de redes de interações das pessoas com seus ambientes (ANCHUETZ, et, al. 2001).

A relativa abundância de informações históricas relacionadas à ecologia de assentamentos, produção de bens de prestígio e interações sociais complexas, intra e extra área, Santarém esbarrava na ausência de base de dados arqueológicos que pudesse dar sustentação às crônicas. Essa problemática vem sendo contornada nas últimas duas décadas com a publicação de dados de pesquisa na região do Baixo Amazonas e, mais recentemente, na costa oriental amazônica, corroborando informações históricas e fornecendo os aportes necessários à elaboração perguntas e respostas, relacionadas à ecologia de assentamentos na área Santarém e interações sociais de longa distância na antiga Amazônia.

O entrecruzamento de comunidades ecológicas, na estratégica região da foz do rio Tapajós, é um caso interessante para a pesquisa arqueológica, pois o local onde estava localizada a maior urbe do sistema de chefia dos índios Tapajó, no século XVI (HERIARTE, 1874), constitui-se de extensa faixa arenosa, pouco recomendada para práticas agrícolas. Esse fato não impediu que uma área de aproximadamente quatro quilômetros quadrados fosse totalmente antropizada, transformando-se em terreno de solos altamente produtivos (BATES, 1979; NIMUENDAJU, 1953; AMARAL, 2011; SCHAAN E AMARAL, 2012).

O gatilho das transformações na paisagem, na área Santarém, no final do Pleistoceno – área que não dispõe de fontes de matérias-primas ígnea ou sedimentar silicosas apropriadas em seu entorno imediato - favoreceu o desenvolvimento e a manutenção de indústrias líticas na longa duração (LATHRAP, 1970). Não constituindo barreira para ocupações humanas em comunidades ecológicas diferenciadas, por milhares de anos, ou a construção de um pano social na longa duração, que culminou com o estabelecimento da cultura Santarém Clássica, por volta dos séculos V-VIII. Sociedade ameríndia que alcançou elevado nível sociocultural, espelhado na indústria cerâmica e lítica, com os afamados muiraquitãs lavrados em pedra verde. Esses itens e outros manufaturados em suportes perecíveis, de grande complexidade e beleza estética, foram desejados por povos de culturas e línguas diversas, assentados em pontos distantes das oficinas produção, na área Santarém (HERIARTE, 1874).

Abordagens recentes, voltadas para as transformações da paisagem e interações sociais antigas no Baixo Amazonas, têm resultado em avanços significativos para o conhecimento e discussão arqueológica nas terras baixas amazônicas. A publicação de resultados de pesquisas, realizadas no sítio arqueológico urbano de Santarém e na região do planalto Santarém/Belterrense, projetou em dez séculos a duração e desenvolvimento da cultura Santarém Clássica e os Tapajós, seus expoentes máximos conhecidos, que encontram seu termo em meados do século XVIII; um dos desdobramentos da invasão europeia, no XVI (ALMEIDA SERRA, 1869 apud NIMUENDAJÚ, 1952). Contudo, sua influência sociocultural na longa duração ultrapassou os limites da baixa Amazônia e contextos associados e datados para muiraquitãs de estilo Santarém foram recuperados em aldeias lacustres no estado do Maranhão, possibilitando o estabelecimento de parâmetros temporais entre ecologias de assentamentos e cultura material distintas, separadas por milhares de quilômetros, ligadas por meio das complexas redes

de interações sociais. Fornece ainda aportes significativos à pesquisa arqueológica, para o entendimento de problemáticas relacionadas à ecologia de assentamentos no baixo Amazonas, e de interações sociais ameríndias de longa distância. Tendo como pano de fundo paisagens étnicas e rituais, que, na longa duração, gestaram a cultura Santarém, concebendo padrões de ecologia de assentamentos humanos e redes de interações sociais milenares, sintetizadas na emblemática figura do muiraquitã, seguramente um dos mais importantes catalisadores sociais utilizados pelos Tapajós na propagação de suas ideias e ideologias, na Amazônia antiga.

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a Geórgia Layla Holanda de Araújo, Vanessa Eyng, Per Stenborg, Raimundo Cosme, Ellen Quinn, Claide de Paula Moraes, João Ayres, Ádria Gizelle Moraes, Arie Boomert, Ana Eugenia de Mendonça, Eduardo Kazuo Tamanaha, Fernando Ozório de Almeida, Natália Pinheiro, Franciele Sá, Mayara Sá, João Cunha, Manoel Feliciano e José Marcião.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, Cristobal. *Nuevo Descubrimiento Del Gran Rio de Las Amazonas*. La Imprenta Del Reyno:Madrid, 1641. p.86.
- ALMEIDA, Fernando. Arqueologia dos Tupi-Guarani no Baixo Amazonas. In: BARRETO, Cristiana, LIMA, Helena Pinto, e BETANCOURT, Carla Jaime (org). *Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese*. Belém: IPHAN - Ministério da Cultura, 2016. p. 171-182.
- ALMEIDA, Fernando. *The organics of settlement patters in Amazonia. Ancient Americas*. 1ª edição, Cidade: Routledge, 2017. pp. 278-311
- ALMEIDA, Fernando., e KATER, Tiago. As cachoeiras como bolsões de histórias dos grupos indígenas das terras baixas sul-americanas. *Revista Brasileira de História*, [on line], vol. 37, n.75, 2017, p. 39-67.
- ALVES, Rubana., LEVIS, Carolina., CLEMENT, Charles. *Use and Management of Piquiá Suggest in situ Domestication along the Lower Tapajós River, Brazilian* - New York: The New York Botanical Garden Press, 2016. p. 198-202.
- ALVES, Daiana. *Ocupação indígena na foz do rio Tapajós (3260–960 A.P.): estudo do sítio Porto de Santarém, baixo Amazonas*. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-graduação em Antropologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012a. p. 227.
- ALVES, Daiana. Arqueologia, história e a construção do passado Tapajó In: *ARQUEOLOGIA, PATRIMÔNIO E MULTICULTURALISMO NA BEIRA DA ESTRADA: Pesquisando ao longo das Rodovias Transamazônica e Santarém-Cuiabá*, Pará. Belém, GKNoronha, 2012b, p.11-17.
- AMARAL, Márcio. *Contextualização espacial, Histórica e Tecnológica dos Muiraquitãs Amazônicos*. (Trabalho de conclusão de curso) Programa de Arqueologia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2017. p. 130.
- AMARAL, Márcio. Cerâmica Globular de Estilo Santarém. In: BARRETO, Cristiana, LIMA, Helena Pinto, e BETANCOURT, Carla Jaime (org). *Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese*. Belém: IPHAN - Ministério da Cultura, 2016 , p. 253-261.
- AMARAL, Márcio. *Levantamento Parcial do Sítio Andirobal e Inferência Sobre Conjunto Cerâmico*. (Relatório de atividades de campo) Não publicado, 2004. p. 16.
- AMARAL, Márcio. Notícias de campo, informes não publicados ou partilhados em projetos de pesquisa arqueológica de 2008 a 2012. Não publicado, 2012.
- ANSCHUENTZ, Kurt. WILSHUSEN, Richard. SCHEICK, Cherie. Archaeology of Landscapes: Perspectives and Directions. *Journal of Archeological Research*. jstor.org, Vol. 9, 2001, p. 157-210.
- BALÉE, William. The culture of Amazonian forests. In *Resource management in Amazonia: indigenous and folk strategies*. Advances in Economic Botany vol. 7. POSEY, D. A., BALÉE, W. (ed.). New York: New York Botanical Garden, 1989, p. 1-21.
- BALÉE, William. Amazônia: Etnologia e História Indígena. (org.). Eduardo Viveiros de Castro e Manuela Carneiro da Cunha. São Paulo: FAPESP. p.385-393.
- BALÉE, William. O Programa de Pesquisa da Ecologia Histórica. *Cadernos do LEPAARQ*. Tradução Rafael Milheira. Pelotas: Lepaarq, Vol. XIV, nº28, 2017, p.180-212.
- BARBOSA, Rodrigues. *Exploração e estudo do Valle do Amazonas – Rio Tapajós*. Rio de Janeiro: Typographia Nacional, 1875. p.151.
- BARBOSA, Rodrigues. *O Muiraquitã – Manaus: Tip. do Amazonas*, 1889.p.166.

- BATES, Henry. *Um naturalista no rio Amazonas*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.p.300.
- BERREDO, Bernardo. *Annaes historicos do estado do Maranhão, em que se dá noticia do seu descobrimento, e tudo o mais que nelle tem succedido desde o anno em que foy descuberto até o de 1718: offerecidos ao augustissimo monarca D. João V. nosso senhor*. Na Officina de Francisco Luiz Ameno, Impressor da Congregação Cameraria da Santa Igreja de Lisboa. MDCCXLIX, 748 páginas.
- BETENDORF, Felipe. *Chronica da Missão dos Padres da Companhia de Jesus no Estado do Maranhão*. *Revista do Instituto Historico e Geographico Brasileiro*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1910. p.683.
- BOOMERT, Arie. Gifts of the Amazons: “green Stone” Pendants and Beads as Items of Ceremonial Exchange. In *Amazonia and the Caribbean*. St. Augustine: Press University of the West Indies, v. 67, n. 1, 1987, p. 33-54.
- CAMPBELL, Jeremy. indigenous Urbanization in Amazonia: Interpretive Challenges and Opportunities. *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology*. online library, Volume 20, Edição 1, Março de 2015. p. 80-86.
- CARVAJAL, Gaspar. Relação do novo descobrimento do famoso rio Grande. In: Gaspar CARVAJAL, Alonso. d. ROJAS, & Cristobal. d. ACUNA, *Descobrimto do rio das Amazonas*. São Paulo: Cia Ed. Nacional, 1941 [1542]. p.294.
- CLEMENT, R. Charles., FREITAS, Fabio. *Domestication and Dispersal of Native Crops in Amazonia*. Disponível em <http://repositorio.inpa.gov.br/handle/123/3885> . 2013. Acesso em 28/02/2018. 13:42
- D'EVREUX, Yves. *Voyage Dans Le Nord du Brésil*. Leipzig e Paris: M. Ferdinand Denis, 1864. p.556.
- Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha AS.21 – Santarém: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Volume 10. Rio de Janeiro, 1976.
- DREYFUS, Simone. *Amazônia: Etnologia e História Indígena*. (org.). Eduardo Viveiros de Castro e Manuela Carneiro da Cunha. São Paulo : FAPESP.p.19-42.
- OLIVEIRA, Raimundo., CORREA, João. *Caracterização dos Solos da Área do Planalto de Belterra, Município de Santarém, Estado do Pará*. Belém: Embrapa, 2001.p.55.
- DENEVAN, William. A bluff model of riverine settlement in prehistoric Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers*. Taylor e Francis Ltd : Milton Park, UK , 4, 1996, p. 654-681.
- FARIAS, Eliane. Breve Abordagem de Alterações Geomorfológicas nas Confluências dos Rios Tapajós e Amazonas – Santarém / PA. *Revista Geonorte*. Periodicos. Ufam.Edu. Edição Especial, Manaus, V.2, N.4, p.243 – 249, 2012.
- FONSECA, João. *Contextualização Histórica e Análise Mineralógica do Material Lítico Polido do Acervo Arqueológico do Museu Goeldi*. Relatório Final, 2011. Relatório final não publicado.
- GRENAND, Pierre., GRENAND, Françoise. La côte d’Amapá, de la bouche del’Amazonie à la baie d’Oyapock, à travers la tradition orale Palikur. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*. Belém: Nova série, Antropologia, vol. 3, nº 1, 1987, p. 1-77.
- GOMES, Denise. *Cerâmica arqueológica da Amazônia*. Vasilhas da Coleção Tapajônica MAE–USP, São Paulo, Edusp/Fapesp/Imprensa Oficial do Estado, 2002. 355 p.
- HARRIS, Mark. Sistemas regionais, relações interétnicas e movimentos territoriais – Os Tapajó e além na história ameríndia. *Revista de Antropologia*. São Paulo: USP, v. 58, nº 1, 2015. p. 33-68.
- HARTT, Charles. *Contribuição para a Ethnologia do Valle do Amazonas*. Rio de Janeiro: Archivos do Museu Nacional, VI, 1885. p. 174.

- HECKENBERGER, Michael., RUSSEL, Christian., FAUSTO, Carlos., TONEY, Joshua., SCHMIDT Morgan., PEREIRA, Edithe., FRANCHETTO, Bruna., KUIKURO, Afukaka. Pre-Columbian Urbanism, Anthropogenic Landscapes, and the Future of the Amazon. *Science*. sciencemag.org. vol. 321, Edição 5893, 2008, p. 1214-1217.
- HERIARTE, Mauricio. *Descrição do Estado do Maranhão, Pará e Corupá e Rio das Amazonas*. Viena: Imprensa do Filho de Carlos Gerold, 1874. p. 84.
- IRION, George., BUSH, Mark., NUNES de MELO, José., STUBEN, Doris., NEUMANN, Thomas., MULLER, Gistavo., MORAIS de, Jader., JUNK, W. J. *A multiproxy palaeoecological record of Holocene lake sediments from the Rio Tapajós, eastern Amazonia, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Elsevier, 2006, p. 523-535.
- KNAPP, Bernard. e ASHMORE, Wendy. *Archaeological Landscapes: Constructed, Conceptualized, Ideational*. Malden, Massachusetts, USA. Blackwell Publishers Inc., 1999. p. 1-32.
- LATHRAP, Donald. W. *O Alto Amazonas*. Lisboa: Editorial Verbo, 1970. p. 271.
- LOPES, Raimundo. A civilização lacustre do Brasil. *Boletim do Museu Nacional*. Rio de Janeiro: Editora, vol. 1, nº 2, 1924, p. 87-109.
- MCGRATH, David., MITRAUD, Sylvia. *Uma estratégia para viabilizar o manejo comunitário dos lagos de várzea*. Relatório Parcial Projeto Várzea. Brasília: WWF-Brasil / IPAM, 2000.
- MIRANDA, Heloisa., BUSTAMANTE, Mercedes., e MIRANDA, Antonio. The Fire Factor: In: OLIVEIRA, Paulo. e MARQUIS, Robert (eds). *The Cerrados Of Brazil: Ecology And natural History of a Neotropical Savanna*. USA: Columbia University Press, 2003, p. 1-10.
- MORAES, Claide., AMARAL, Márcio., e SANTOS, Rogério. Os artesanatos das Amazonas: a Diversidade da Indústria Lítica os Tapajó e o Muiraquitã. *Actas del 3º Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica*. (Quito: Instituto Francés de Estudios Andinos), 2014, p. 133-40.
- NAVARRO, Alexandre. Vivendo Sobre Ríos y Lagos: Los Palafitos Prehistoricos de Maranhão y su complejidad Social. *Boletín Americanista*, Universitat de Barcelona, año lxxvii, 2, n.º 75, , págs. 17-32, 2017.
- NAVARRO, Alexandre., COSTA, Marcondes., SILVA, Abraão., RÔMULO, Angélica., RODRIGUES, Suyanne., GOUVEIA, João. O muiraquitã da estearia da Boca do Rio, Santa Helena, Maranhão: estudo arqueológico, mineralógico e simbólico. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém: ed. Humanas v. 12, n. 3, 2017, p. 869-849.
- NEVES, Eduardo. Warfare in precolonial Amazonia: when Carneiro meets Clastres. In: NIELSEN, Axel. E., WALKER, William. *Warfare in cultural context: practice, theory, and the archaeology of violence*. Tucson: University of Arizona, 2009, p. 139-164.
- NIMUENDAJU, Curt. *Archaeological Researches in the Brazilian Guyana and in the Amazon Region*. In STENBORG, Per. (ed). *Pursuit of a Past Amazon: Etnologiska Studier* 45. Gothenburg: Museum of World Culture, 2004, p. 390.
- NIMUENDAJÚ, Curt. Os Tapajó. *Revista de Antropologia*. São Paulo, USP, vol. 1, nº 1, 1953, p. 53-61.
- NIMUENDAJÚ, Curt. The Tapajó. Tradução: John Howland Rowe. *The Kroeber Anthropological Society Papers*. Berkeley, UK, n. 6, 1952, p. 1-25.
- NIMUENDAJÚ, Curt. Os Tapajó, *Boletim Paraense do Museu Emílio Goeldi*. 1949. pp.93-106.
- NORONHA, José. (1768). Roteiro da Viagem da Cidade do Pará, até as Últimas Colônias do Sertão da Província. Belém: TYPOGRAFIA SANTOS & IRMÃOS, 1862.
- NORONHA, José. Introdução. In: Porro, Antonio. Posthumous Publication of J. M. Noronha's Roteiro da Viagem da Cidade do Pará até as Últimas Colônias do Sertão da Província [1768]. São Paulo: Edusp, 2006.

- OLIVEIRA, Josafá., PASTANA, José., NAVEGANTE, Paulo., SCHALKEN, George., *Caracterização Hidrogeológica da Cidade de Santarém e das Vilas de Mojuí dos Campos e Alter do Chão com Proposta Técnica para Perfuração de Poços tubulares profundos*. abas.org, Paidéia, 16(34), 2000, p. 161-168.
- PALACE, Michael., MCMICHAEL, Cristal., N. H. ,BRASWELL., Bobby., HAGEN, Scott., BUSH, Mark., NEVES ,Eduardo.,TAMANAHA, Eduardo., HERRICK, Christina., FROLKING, Steve. *Ancient Amazonian populations left lasting impacts on forest structure*. Esajournals. Wiley On Line Library - Ecosphere, volume 8(12), 2017. p 1-19.
- PALMATARY, Helen. The Archaeology of the Lower Tapajós Valley, Brazil. *Transactions of the America Philosophical Society*. Philadelphia: New Series, 50: p. 243, 1960.
- PORRO, Antonio. Mercadorias e rotas de comércio intertribal na Amazônia. *Revista do Museu Paulista, Nova Série* 30, São Paulo: Editora USP, 1985, p. 1-13.
- PORRO, Antonio. História indígena do alto e médio Amazonas, Séculos XVI a XVIII. In CUNHA, Manuela Carneiro (ed). *História dos Índios no Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras/Secretaria Municipal de Cultura/FAPESP, 1992, p. 175-196.
- PORRO, Antonio. Notas sobre o antigo povoamento indígena do alto Trombetas e Mapuera. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém: Humanas, v.3 n.3, páginas 287 – 297, setembro/dezembro de 2008.
- QUINN, Ellen. R. Excavating “Tapajó” ceramics at Santarém: their age and archaeological context. (tese de doutorado). Anthropology Department, University of Illinois, Chicago, 2004.p.292.
- RICARDO, Carlos. (ed). Povos Indígenas no Brasil, 1996-2000. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2000.
- ROCHA, Bruna., VALLE, Raoni., MORAES, Claide., e NEPOMUCENO, Itala. *Brazil: Day of Terror in Mato Grosso*. Disponível em <http://lab.org.uk/day-of-terror>. 2013. Acesso em 13/12/2016.
- ROCHA, Josan. F., *Solos da região sudeste do Município de Santarém, estado do Pará: Mapeamento e Classificação*. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, 2014.
- ROCHA, Bruna. *Ipi Ocemumuge: A Regional Archaeology of the Upper Tapajós River* (Tese de doutorado). Institute of Archaeology, University College London, Londres, 2017. p. 620.
- RODRIGUES, João. O Muiyraquitã e os Ídolos simbólicos. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1889. p.263.
- ROOSEVELT, Anna. The development of prehistoric complex societies: Amazonia: a tropical forest, in BACUS, E. A. and LECERO, L. J. (ed) *Complex Polities in the Ancient Tropical World*.Brasil: Scielo, p. 13-33, 1999.
- ROOSEVELT, Anna. Moradores da Caverna Paleoindiana na Amazônia: O Povoamento das Américas. *Ciência* 272. São Paulo: Fapesp Editora, páginas 373-384, 1996.
- ROOSEVELT, Anna. Arqueologia Amazônica. In CUNHA, Manuela Carneiro (ed). *História dos Índios no Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras/Secretaria Municipal de Cultura/FAPESP, 1992, p. 53-86.
- ROSTAIN, Stephen. C'est curieux chez les Amazoniens ce besoin de faire des vases Alfareras Palikur de Guyana. In: BARRETO, Cristiana. LIMA, Helena. P., Lima and BETANCOURT, Carla. J. (eds.). *Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese*. Belém: IPHAN- Ministério da Cultura, 2016, p. 97-114.
- ROSTAIN, Stephen. (éd.) *Antes de Orellana. Actas del 3er Encuentro internacional de arqueología amazónica*, Quito, 2014a.
- ROSTAIN, Stephen. (éd.) *Amazônia. Memórias de las conferencias magistrales del 3er Encuentro internacional de arqueología amazónica*. Quito, 2014b.

- SIMÕES, Mário., ARAUJO-COSTA, Fernanda. Pesquisas Arqueológicas no Baixo Rio Tocantins – Pará. *Revista de Arqueologia*. Belém: UFPA, 4 (1), 5 vi, 1987, p. 11-27.
- SCHAAN, Denise., ALVES, Daiana. *Um Porto, Muitas Histórias: Arqueologia em Santarém*. Belém: Gráfica Supercoros, 2015.p.162.
- SCHAAN, Denise., AMARAL, Anderson. Grande Expansão Geográfica dos Tapajó. In SCHAAAN, D. *Arqueologia, Patrimônio e Multiculturalismo na Beira da Estrada*. Pesquisando ao Longo das Rodovias Transamazônica e Santarém-Cuiabá, Pará. Belém: GK Noronha, 2012, p. 17-36.
- SCHAAN, Denise. ., ROOSEVELT, Anna. *Curso Intensivo de Campo em Arqueologia Ambiental*. Projeto Baixo Amazonas, Universidade Federal do Pará. 1º Relatório Parcial. Não publicado, 2008.
- SCHAAN, DENISE. *Salvamento do sítio PA-ST-42: Porto de Santarém*. Relatório Técnico. Universidade Federal do Oeste do Pará, 2010.
- SILVA, Maria., SANTOS, Eron., SANTOS, J. M., LIMA, Maria., NASCIMENTO, Helson., FEIO, Bruno., SILVA, José. VIEIRA, Paulo., *Diagnóstico e Planejamento de desenvolvimento do território Rural do Nordeste Paraense*. SE-POF: Secretaria Estadual de Planejamento Orçamento e Finanças, 2005. p.133.
- SOUZA, Daiane. *GPR aplicado à arqueologia nas áreas do Porto da Cargill (Santarém/PA) e no Palacete Faciola (Belém/PA)* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.
- STENBORG, Per. SCHAAAN, Denise., FIGUEREDO, Camila. Contours of the Past: LiDAR Data Expands the Limits of Late Pre-Columbian Human Settlement in the Santarém Region, Lower Amazon. *Journal of Field Archaeology*, 2018, . p. 44-57.
- STENBORG, Per. SCHAAAN, Denise. AMARAL-LIMA, Márcio. Precolumbian land use and settlement pattern in the Amazon region, lower Amazon. *Revista Amazônica*. Belém: UFPA, 4 (1), 2012, p. 222-250.
- STENBORG, Per. SCHAAAN, Denise., Isendahl, Christian., SÖDERSTRÖM, Mats., Eriksson, Jan., AMARAL, Márcio., OLVMO, Mats. Cultivated Wilderness Project – Hinterland Archaeology in the Belterra Region, Pará, Brasil. In ROSTAIN, Stephen. (Ed). *Antes de Orellana*. Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica. 2014, p. 149-155.
- SHOCK, Myrtle., MORAES, Claide., Belletti, Jacqueline., LIMA, Marjorie., SILVA, Francini., LIMA, Lígia., CASSINO, Mariana., LIMA, Ângela. Initial contributions of charred plant remains from archaeological sites in the Amazon to reconstructions of historical ecology. *Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica*, 2014, p. 201-206.

Recebido em: 19/06/2018

Aprovado em: 16/09/2018

Publicado em: 30/11/2018

ESTUDOS DE ARQUEOMETRIA
STUDIES OF ARCHAEOLOGY

APRESENTAÇÃO

Organizadores

Thiago Sevilhano Puglieri
Dalva Lúcia Araújo de Faria
Caroline Borges

Como citar este texto:

PUGLIERI, Thiago Sevilhano; FARIA, Dalva Lúcia Araújo de; BORGES, Carolina. Apresentação: Dossiê Estudos de Arqueometria no Brasil. In. *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 142-146, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Dossiê: Estudos de Arqueometria

Thiago Sevilhano Puglieri¹

Dalva Lúcia Araújo de Faria²

Caroline Borges³

No ano de 2016, na Universidade de São Paulo, realizou-se o V Congresso Latino Americano de Arqueometria (V CLA). O CLA é um evento bianual, consolidado na América Latina e que vem sendo realizado desde 2007, quando a proposta de sua criação foi apresentada durante o I Congresso Argentino de Arqueometria devido à significativa participação de representantes de outros países, inclusive da Europa. Ele segue, portanto, os eventos realizados em Buenos Aires (2007), Lima (2009), Arica (2011) e Cidade do México (2014).

Desde sua proposição ficou claro que o principal objetivo do evento era o desenvolvimento da investigação em arqueometria na América Latina, através da aproximação de investigadores que empregam métodos das ciências naturais na elucidação de problemas de interesse arqueológico, promovendo dessa forma o intercâmbio de experiências e o estabelecimento de colaborações, estimulando assim a proposição de novas linhas de investigação, como esperado em uma área de investigação inter e transdisciplinar como a arqueometria.

A definição do termo arqueometria, contudo, não é universal e diferentes perspectivas e detalhamentos são apontados em distintas fontes bibliográficas. Com foco em uma questão histórica, por exemplo, Pollard e Heron [POLLARD; HERON 2008, p. 8.] traz que “na Bretanha, o termo ‘arqueometria’ foi cunhado no começo da década de 1950 por Christopher Hawkes em Oxford para descrever a ênfase aumentada em datação, quantificação e análise físico-química de materiais arqueológicos” (tradução nossa).

Para Edwards e Vandenberg [EDWARDS; VANDENBEELE, 2016], “Arqueometria é a área de pesquisa onde métodos das ciências naturais são aplicados para resolver questões arqueológicas e artístico-históricas” (tradução nossa). Sendo um campo interdisciplinar na interface entre as ciências humanas (como arqueologia e história da arte) e as ciências naturais (como a química, a física e a geologia), diferentes especialistas podem contribuir em diferentes questões. Neste contexto, quando se pensa em profissionais que fazem uso de técnicas analíticas, os autores trazem o termo ‘Arqueometria Analítica’, que “compreende os aspectos da arqueometria que envolvem a análise de diferentes tipos de objetos, usando técnicas analíticas” (tradução nossa). É interessante também destacar o apontamento da sobreposição e diferenciação entre Ciência da Conservação e Arqueometria, sendo que nessa última os autores dizem que geralmente não são incluídos aspectos práticos de restauração.

Para Schiffer [SCHIFFER, 2013], citando outros autores em seu livro, “arqueometria é a aplicação de especialidades e tecnologias das ciências físicas e biológicas em materiais arqueológicos” (tradução nossa). Os autores apontam também que idealmente aqueles que realizam ensaios arqueométricos são treinados tanto em arqueologia quanto em outra ciência. Outras

¹ Departamento de Museologia, Conservação e Restauro, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil. Email: tpuglieri@gmail.com

² Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química, Universidade de São Paulo (USP), Brasil.

³ Programa de Pós-graduação em Antropologia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil.

definições são mais sucintas, como a “aplicação de ciências físicas em problemas e tópicos arqueológicos” (tradução nossa) [BAXTER 2008], mas independentemente de qual for a definição, as possibilidades de estudos são inúmeras.

O CLA 2016, especificamente, foi realizado no Instituto de Química da Universidade de São Paulo, uma das maiores Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa da América Latina, com 249 cursos de graduação e 239 programas de pós-graduação, que é atualmente responsável por 22% da produção científica do país. Apesar dos problemas financeiros no Brasil e América Latina, em geral houve um número significativo de participantes de seis países latino americanos (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Peru) e três Europeus (França, Portugal e Reino Unido, como palestrantes convidados). Os participantes foram majoritariamente pesquisadores e alunos de pós-graduação, mas também técnicos e membros da administração de museus ou responsáveis por coleções.

A programação consistiu de sete palestras plenárias, sobre investigação da pré-história humana por técnicas biomoleculares e isotópicas, aplicação de técnicas baseadas em radiação síncrotron, deterioração microbiológica, conservação do patrimônio arqueológico metálico, análises químicas e de micro-evidências botânicas, estudos técnicos e científicos de bens culturais e de caracterização de compostos orgânicos por espectrometria de massas. Tiveram-se três apresentações convidadas, sobre identificação de corantes por SERS (*Surface Enhanced Raman Spectroscopy*), análises de campo e de laboratório e de análises elementares por PIXE (*Particle-Induced X-ray Emission Spectroscopy*). Três sessões coordenadas e três sessões temáticas também se fizeram presentes, somando 45 trabalhos. A maioria dos participantes foi brasileiros (Figura 1), sendo que uma considerável parcela dos trabalhos do Evento envolveu cooperações internacionais dentro e fora da América-Latina: parcerias entre Brasil e México, México e Argentina, Brasil e Espanha, Brasil e Reino Unido e Peru e França.

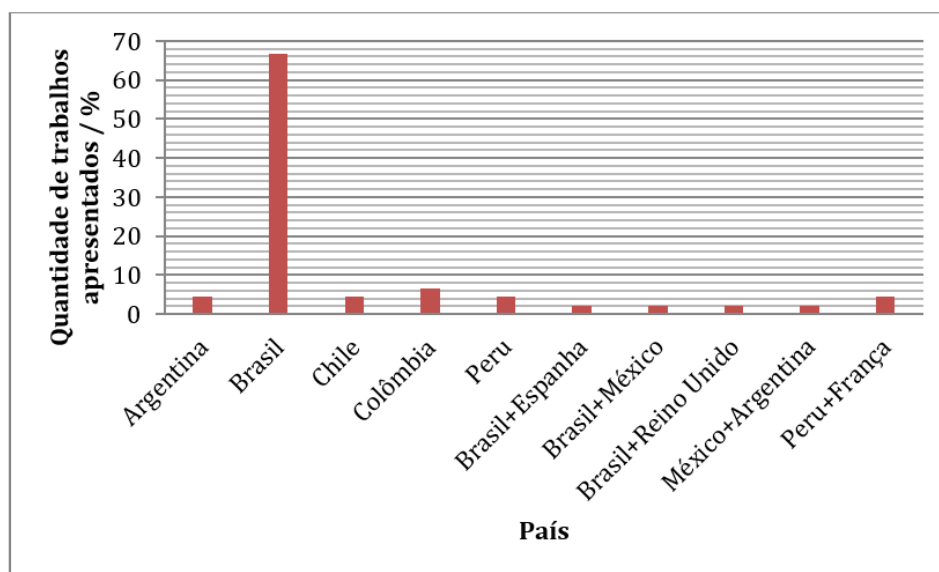


Figura 1: Gráfico da relação entre a quantidade de trabalhos apresentados no CLA 2016 e seu país de origem.

Os trabalhos apresentados puderam ser divididos em suas áreas de atuação (Figura 2), sendo a maioria focada em materiais cerâmicos, seguida por metais, pigmentos e pinturas rupestres. As técnicas espectroscópicas mais recorrentes foram (Figura 3): espectroscopia e/ou microscopia Raman, espectroscopia de absorção no infravermelho (em seus diferentes *setups* experimentais) e as espectroscopias de fluorescência e difração de raios X (XRF e XRD, respectivamente). Além dessas, muitas outras técnicas foram empregadas, como catodoluminescência, técnicas cromatográficas, datação por radiocarbono, espectrometria de massas, FORS (*Fiber Optics Reflectance Spectroscopy*), ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma - Atomic*

Emission Spectrometry), INNA (Instrumental Neutron Activation Analysis), microtomografia, petrografia, PIXE, EPR (Electron Paramagnetic Resonance), técnicas baseadas em radiação síncrotron (SR- μ XRF, SR- μ XRD e SR- μ XANES), termoluminescência, termogravimetria, UV-Vis e UV-Vis-NIR, medidas de pH, ensaios de absorção de umidade e de resistência à flexão, documentação com radiações no ultravioleta, infravermelho e visível e granulometria a laser.

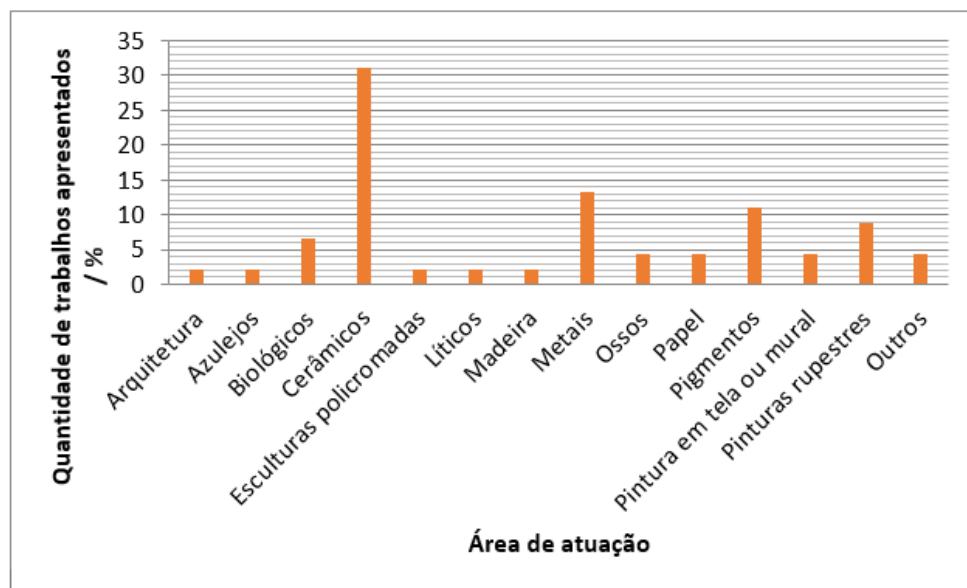


Figura 2: Gráfico da relação entre a quantidade de trabalhos apresentados no CLA 2016 e sua área de atuação.

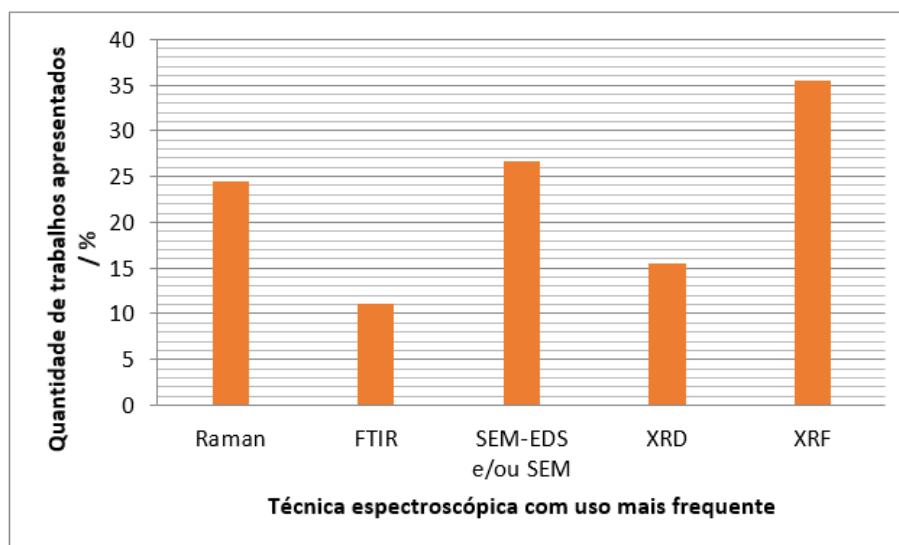


Figura 3: Gráfico da relação entre a quantidade de trabalhos apresentados no CLA 2016 e suas técnicas espectroscópicas com uso mais frequente.

No evento também se ofereceram *Workshops* (Aplicação de técnicas síncrotron em materiais antigos; Arqueomagnetismo e datação arqueomagnética; Caracterização elementar com técnicas não-destrutivas; Datação por termoluminescência opticamente estimulada (OSL); Espectroscopia Raman em arqueometria: uma técnica e muitas soluções; Estratégias e ferramentas de diagnóstico ambiental visando a conservação preventiva de bens culturais; e Identificação e deterioração das pedras usadas no patrimônio histórico). Infelizmente nem todos foram implementados por não terem atingido o número mínimo de participantes. Além dos *Workshops*, realizaram-se visitas guiadas e palestras técnicas de patrocinadores.

Como produto, quatorze trabalhos foram publicados neste Dossiê **Estudos de Arqueometria**, abordando espectroscopia Raman e a Ciência do Patrimônio; arqueometria aplicada à conservação de sítios de arte rupestre; uma estratégia de investigação envolvendo arqueometria e o sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I como modelo para a América do Sul; métodos de análise espacial para sítios arqueológicos; arqueometria aplicada à conservação do patrimônio arqueológico metálico; aplicação de técnicas de análise síncrotron em arqueologia; análise de materiais artísticos por FTIR-ATR; estudo de mobilidade, dieta e mudança cultural por análises isotópicas; patrimônio pétreo paulistano, com análise sob a ótica de propagação de ondas ultrassônicas; estudos em arqueometria e arte por metodologias nuclear-atômico-moleculares não destrutivas; estudo de pigmento, pasta e vestígios químicos de cerâmica Tupi; estudo da mobilidade logística a partir da caracterização química da cerâmica; estudo de diagênese óssea em sepultamentos do sítio arqueológico da Pedra do Alexandre, Canaúba dos Dantas; e monitoramento com imagens digitais para a conservação preventiva de pinturas rupestres.

O CLA V cumpriu, assim, seu papel como agente de integração e divulgação em arqueometria na América Latina, cuja pujança pode ser apreciada nos artigos publicados neste Dossiê.

REFERÊNCIAS

- BAXTER, Michael J. Mathematics, statistics and archaeometry: the past 50 years or so. *Archaeometry*, v. 50, n. 6, p. 968-982, 2008; citando Dunnell, R., 2000, *Archaeometry*, in *Archaeological method and theory* (ed. L.Ellis), 47-52, Garland Publishing, New York.
- EDWARDS, Howell; VANDENABEELE, Peter (Ed.). *Analytical archaeometry: selected topics*. Royal Society of Chemistry, 2016, no Prefácio.
- POLLARD, A. Mark; HERON, Carl. *Archaeological chemistry*. Royal Society of Chemistry, 2008, p. 8.
- SCHIFFER, Michael Brian. *The archaeology of science. Studying the Creation of Useful Knowledge*. *Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique*, v. 9, 2013.

AVALIAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MONITORAMENTO COM IMAGENS DIGITAIS PARA A CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DE PINTURAS RUPESTRES

EVALUATION OF A MONITORING METHODOLOGY WITH DIGITAL IMAGES FOR THE PREVENTIVE CONSERVATION OF CAVE PAINTINGS

Leandro Surya
Mércia Carréra
Sérgio Floquet

PAPER

Como citar este artigo:

SURYA, Leandro; CARRÉRA, Mércia; FLOQUET, Sérgio. Avaliação de uma metodologia de monitoramento com imagens digitais para a conservação preventiva de pinturas rupestre. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 147-161, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



INSTITUTO DE
CIÊNCIAS
HUMANAS
UFG



Avaliação de uma metodologia de monitoramento com imagens digitais para a conservação preventiva de pinturas rupestres

Leandro Surya^a

Mércia Carréra^b

Sérgio Floquet^c

Resumo: O intuito deste artigo é apresentar uma metodologia para o monitoramento de sítios arqueológicos visando à conservação preventiva de pinturas rupestres. Para tal, foram estudadas as metodologias de Processamento e Análise Digital de Imagens (PADI), que foram aplicadas ao contexto das pesquisas em Arqueologia. O monitoramento consistiu no registro fotográfico periódico (uma vez ao mês durante dois anos) de determinados conjuntos de pinturas de sete sítios arqueológicos localizados no Parque Nacional Serra da Capivara. As imagens obtidas foram comparadas por meio de seus histogramas. Um dos resultados foi uma métrica de medição por meio da contagem dos pixels das imagens. A metodologia de monitoramento, apesar de ainda estar nos seus primeiros testes, apresentou-se eficiente e promissora na identificação de alterações no suporte rochoso e nas pinturas rupestres.

Abstract: The aim of this article is to present a methodology for the monitoring of archaeological sites aiming at the preventive conservation of cave paintings. For this, the methodologies of processing and digital image analysis - PADI - were studied and applied to the context of the researches in Archeology. The monitoring consisted of the periodic photographic record (once a month for two years) of certain sets of paintings from seven archaeological sites located in the Serra da Capivara National Park. The images obtained were compared by means of histograms. One of the results was a measurement metric by counting the pixels of the images. The monitoring methodology, although still in its first tests, was efficient and promising in the identification of alterations in rocky support and rock paintings.

Palavras Chave:

Monitoramento de pinturas rupestres; Fotografia digital; Arqueologia; Conservação preventiva.

Keywords:

Monitoring of cave paintings; Digital photography; Archaeology; Preventive Conservation.

^a Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Brasil; Colegiado de Arqueologia, Doutor em Arqueologia, pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil; via edital Universal. E-mail: leandro.surya@univasf.edu.br

^b Faculdade Damas da Instrução Cristã (FADIC), Brasil; Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Doutora em Arqueologia.

^c Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Brasil; Colegiado de Engenharia Civil, Doutor em Física.

INTRODUÇÃO

Os registros rupestres, sem dúvida, representam uma das mais importantes evidências arqueológicas. O seu estudo possibilita conhecer diferentes aspectos do passado humano, tais como etnicidade, processos de migração, relações com fauna e flora, vida social e imaginário. Um grande número de publicações sobre pinturas rupestres explora tanto o seu potencial acadêmico quanto o artístico, onde duas linhas de pesquisa acadêmica podem ser identificadas. A primeira, com característica mais interpretativa, busca compreender os registros rupestres a partir da análise dos signos gráficos e suas inter-relações, observando as temáticas, as cenografias e as sobreposições, dentre outros. A referida linha é direcionada à classificação dos elementos gráficos presentes, sem necessariamente se ater aos significantes e significados. Um exemplo dessa linha interpretativa são os grandes esforços nas pesquisas em busca da identificação e estabelecimento de tradições como as do Nordeste, Agreste e São Francisco (GUIDON, 1984; PROUS, 1992; MARTIN, 1996; PESSIS, 1989, 2005). A segunda linha possui esforços voltados para a conservação dos registros rupestres, onde aspectos metodológicos e técnicos são direcionados para o combate a fatores naturais destrutivos – como galerias de cupins, vespas, abelhas e exus, deslocamentos rochosos; fatores químicos (GUILLAMET, 2000; BRINK, CAMPBELL, 2003; BEDNARIK, 2002; ROSENFELD 1988); e fatores antrópicos – como pichações, vandalismos, incêndios (LAMBERT, 1989; STRECKER, TABOADA TELLEZ, 1995; YATTES, BUTLIN, HOUSTON, 1999).

Na perspectiva de conservação das pinturas rupestres poucos trabalhos estão voltados para o monitoramento. Apesar de existirem propostas de conservação preventiva como, por exemplo, o caso do Parque Valcamônica, na Itália (VALECAMONICA, 2014), em termos de monitoramento, ainda se carece de modelos que realmente controlem o nível de alteração e, principalmente, tratem da conservação não apenas de maneira pontual, mas sim contínua. Na área do Parque Nacional Serra da Capivara (PARNA), destacam-se os esforços de Lage (2007, 1999, 1998a, 1998b), Lage, Guidon e Borges (2007), Lage et al. (2002), os quais abordam diferentes perspectivas de conservação de pinturas, em que predominam as ações interventivas. Ações de conservação preventiva baseadas no estabelecimento de parâmetros de medições de alterações das próprias pinturas rupestres ainda são raros em termos internacionais (ROGERIO-CANDELERIA, 2013, 2012, 2011).

Por conseguinte, o intuito desta pesquisa é propor e avaliar uma metodologia para o monitoramento de sítios arqueológicos visando à conservação preventiva de pinturas rupestres. É consenso entre pesquisadores que atuam na área do PARNA que a percepção visual de diferentes pinturas em diversos sítios arqueológicos teria se tornado opaca, sendo que elas apresentariam uma espécie de aceleração do desgaste em termos de cores. Como medir se essas perdas realmente ocorreram? Como avaliar a modificação e desgaste em uma mancha gráfica de um sítio arqueológico?

Neste sentido, dois problemas principais foram abordados: um envolvendo o uso de fotografias digitais como instrumento de avaliação de processos de alteração em pinturas rupestres (foco para este artigo) e outro analisando a influência da vegetação do entorno dos sítios arqueológicos em processos de alteração das pinturas.

Diversas publicações tratam do potencial de exploração do uso de ferramentas computacionais em estudos de pinturas rupestres (CLOGG, DIÁZ-ANDREU, LARKMAN, 2000; SANZ et al., 2013), dentre essas, algumas técnicas como *Edge detection e thresholding* foram trabalhadas. Porém, a ideia de utilizar os recursos da fotografia digital aplicado ao monitoramento e à conservação de pinturas rupestres ainda não foi explorada. Na metodologia proposta, utilizaremos os modelos já conhecidos principalmente nas áreas das engenharias e da computação, adaptados para a problemática própria da pesquisa arqueológica. Trata-se do Processamento e Análise Digital de Imagens (PADI), que consiste na utilização de operações matemáticas para alterar os valores dos *pixels* de imagens digitais, de modo a facilitar sua visualização e extrair dados quantita-

tivos. De acordo com Gomes (2001, p. 21), a utilização do PADI abre novas perspectivas para a caracterização de materiais, “pois permite fazer medidas impossíveis de serem realizadas manualmente e confere maior reprodutibilidade, confiabilidade e velocidade ao processo”. Além disso, permite o uso de técnicas de reconhecimento de padrões e inteligência artificial para automatizar procedimentos de classificação.

A Figura 1 apresenta de maneira esquemática as etapas que constituem o método apresentado. O PADI pode ser dividido em duas técnicas: o Processamento Digital de Imagens (PDI) e a Análise Digital de Imagens (ADI). O PDI trata do uso de operações matemáticas para alterar os valores dos *pixels* de uma imagem digital, de modo a facilitar sua visualização ou preparar a imagem para ser analisada pelo próprio computador. Já a ADI consiste na extração e tratamento de dados quantitativos de imagens digitais. Através da ADI, é possível realizar medições mais rápidas, precisas e acuradas, possibilitando ainda a realização de medidas impossíveis de serem executadas manualmente (GOMES, 2001). Comumente, o termo Processamento Digital de Imagens é usado referindo-se globalmente a ambas as técnicas, PDI e ADI.

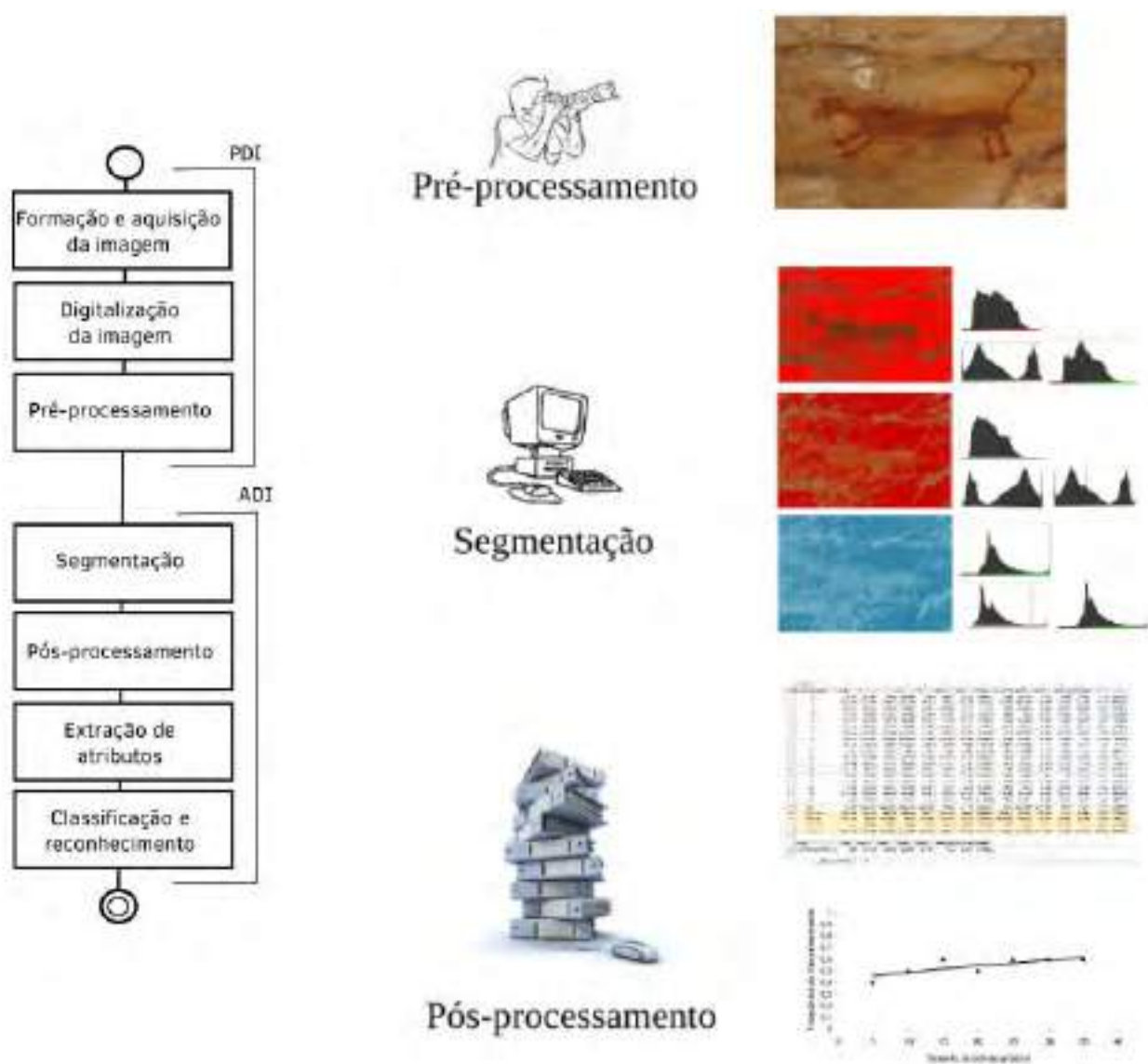


Figura 1: Etapas que constituem o método proposto de maneira esquemática. Fonte: O autor.

Portanto, o PADI será constituído pelas seguintes etapas: formação da imagem – relação entre a capacidade e qualidade do equipamento que captura a imagem (objetivas e luminosidade, verossimilhança de cores, por exemplo); e digitalização da imagem – momento de transformar efetivamente a imagem em sua representação numérica inicial. A partir dessa etapa, será possível realizar operações em cada *pixel* da imagem: pré-processamento – momento de adequar a qualidade dos *pixels* da imagem para que seja possível cumprir as análises desejadas; segmentação – processo em que a imagem digital é separada ou dividida em uma ou mais partes denominadas de segmentos (cada segmento deve ser capaz de permitir a diferenciação entre si de forma automática, por meio da similaridade e diferença dos *pixels*, e esse momento é considerado o mais crítico do PADI, pois quaisquer erros ou distorções presentes poderão até mesmo invalidar os resultados do processo); pós-processamento – é a fase em que as características definidas no momento anterior podem ser aumentadas, realçadas, suavizadas e corrigidas de distorções; extração de atributos – momento em que se transformam as características da imagem em dados quantitativos a serem utilizados na pesquisa; e, finalmente, o reconhecimento de padrões e classificação – objetivando realizar de forma automática a identificação e a classificação dos segmentos já destacados na imagem.

Para se compreender a potencialidade das imagens digitais, é preciso descrevê-las enquanto conceito – são imagens bidimensionais – empregando um código binário, de modo a permitir o seu processamento, transferência, impressão ou reprodução. Há dois tipos principais de imagem digital: imagens de rastreo (*raster*) e imagens vetoriais (*vetor*).

Neste projeto, foram trabalhadas imagens do tipo *raster*, que são imagens formadas por um conjunto de pontos definidos por valores numéricos, onde cada ponto representa um *pixel*. O *pixel* é a menor unidade de uma imagem digital, sendo composto por um conjunto de três pontos: vermelho (Red – R), verde (Green – G) e azul (Blue – B). Cada um desses pontos é capaz de exibir no sistema RGB com 256 tonalidades diferentes (equivalente a oito bits). Combinando-se tonalidades dos três pontos, pode-se exibir pouco mais de 16,7 milhões de cores diferentes. Portanto, o conjunto de *pixels* de uma imagem digital pode ser entendido como uma matriz representativa da quantidade de luz captada pelo sensor da máquina fotográfica digital.

A hipótese que sustenta essa metodologia é a de que, potencialmente, imagens digitais das pinturas rupestres, desde que fotografadas com o devido cuidado técnico necessário, podem conter dados matriciais que indiquem processos de alteração ou deterioração capazes de serem mensurados por meio do uso do PADI. Neste sentido, a coleta de dados – fotografia das pinturas rupestres – foi executada buscando uma padronização na captação das imagens. Isso implicou seleção e desenvolvimento de procedimentos técnicos para fotografar nos sítios arqueológicos. As imagens obtidas deveriam possuir uma verossimilhança nas cores, buscando uma maior proximidade da “realidade” em termos morfológicos, cromáticos, texturais e estruturais. A padronização foi necessária, pois a mesma imagem foi fotografada pelo menos uma vez por mês durante 24 meses (fase do experimento). Logo, aspectos como ângulo, distância focal, ISO, abertura do diafragma e velocidade de obtenção foram cuidadosamente observados e repetidos sempre que uma nova fotografia foi produzida.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada ocorreu nas seguintes etapas:

a) escolha dos sítios de pintura dentro do conjunto existente na área do Parque Nacional Serra da Capivara.

Foi escolhido um conjunto em um cânion conhecido pelo nome de Desfiladeiro da Capivara. Os sítios foram os seguintes: Toca Pequena da Areia – TA, Toca Nova da Estrada – TNE, Toca do Pajaú – TP, Toca da Entrada do Pajaú – TEP, Toca do Barro – TB e Toca do Paraguaio – TPO (Figura 2). A escolha dessas áreas se deu por conta da ocorrência de diversos

processos de degradação. Por exemplo, no TEP, a ação eólica constante causa o desprendimento de partículas de arenito, que servem de suporte para as pinturas, fragmentando-as (Lage: 2002).

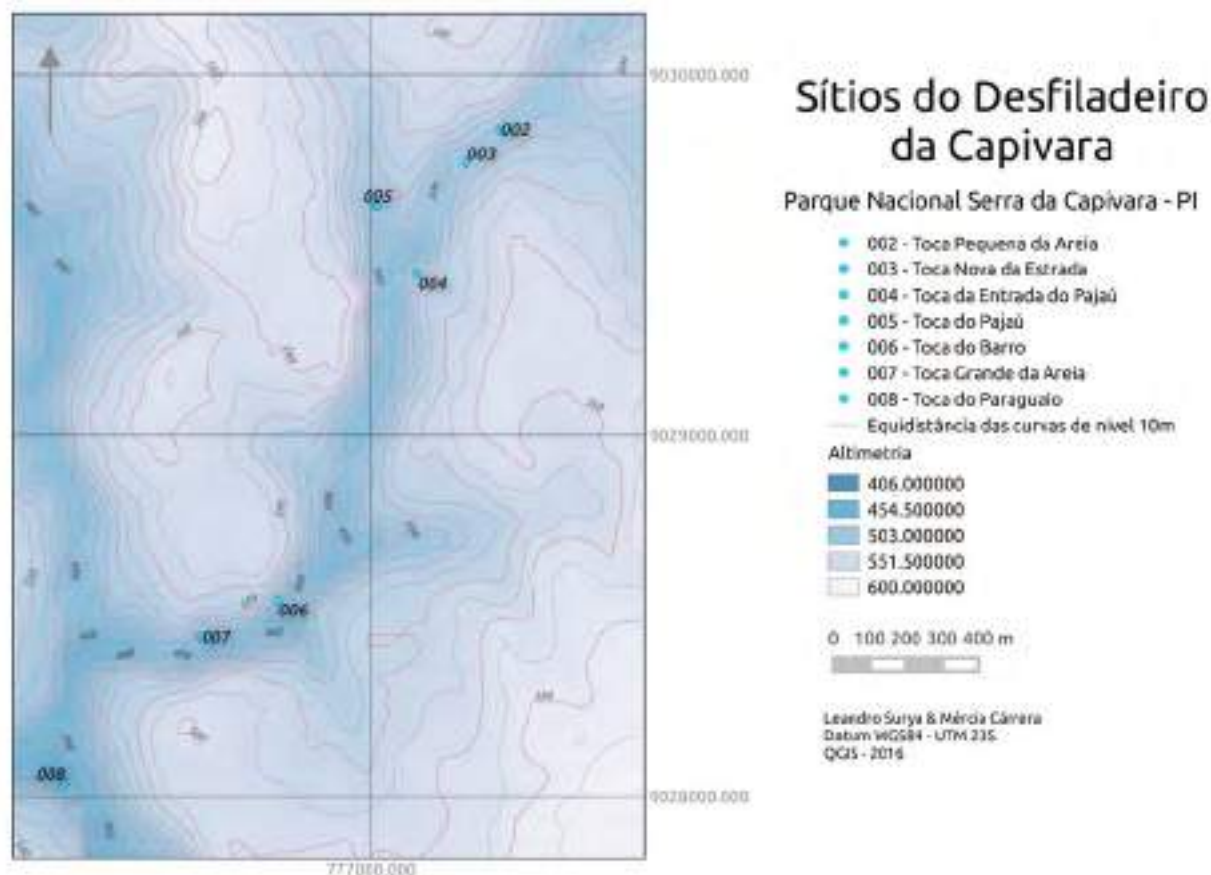


Figura 2: Distribuição dos sítios em estudo. Fonte: O autor.

b) determinação do conjunto de pinturas a serem fotografadas.

Nessa etapa, cada um dos sítios foi estudado individualmente. Considerando-se itens como tamanho, cor, tipo de suporte e distância em relação à superfície, delimitou-se cada conjunto de pinturas a serem monitoradas. O grau de intemperismo também foi levado em conta, pois partiu-se da premissa de que figuras já em processo de degradação poderiam expressar de maneira mais fácil um resultado no monitoramento.

c) processo de aquisição de imagem.

O levantamento fotográfico dos sítios de pintura rupestre ocorreu utilizando uma máquina DSLR Nikon D200 e uma objetiva Sigma 50mm 1:2.8 DG macro D. Utilizou-se para controle da luminosidade e correção do equilíbrio de cores o fotômetro Sekonic LiteMaster Pro L-478DR e o Color Checker Passport X-rite. As dificuldades começaram a surgir nessa etapa com os diferentes planos de suporte rochoso para as pinturas em uma mesma área do sítio, o que poderia levar a distorções na captação da imagem. Também diferentes alturas das pinturas em relação ao solo levariam a outras formas de distorção, figuras muito altas tenderiam a ficar esticadas e figuras muito próximas ao solo tenderiam a ficar achatadas.

Para cada conjunto fotografado, eram produzidas duas imagens. A primeira apresentava a pintura em si e o Color Checker, e a outra apenas as pinturas rupestres. O Color Checker é uma ferramenta com função múltipla, serve como escala de medida (possui uma régua em milímetros) e como escala de cores, sendo utilizada internacionalmente como padrão para

diversos campos na indústria. Todavia, na Arqueologia, seu uso ainda é restrito e, potencialmente, poderá proporcionar melhorias nos estudos envolvendo pinturas rupestres. Durante o tratamento do arquivo digital da imagem, a utilização dessa ferramenta permitiu a correção do balanço de cores e proporcionou um registro fidedigno delas. Ao fotografar, buscou-se a maior precisão em relação ao ângulo do suporte rochoso e as lentes da objetiva, isto é, quanto mais paralelas ambas fossem, menor distorção ocorreria. Isso foi de extrema importância devido à característica do monitoramento em si, que exige um retorno periódico para cada uma das pinturas fotografadas. Nesse caso, quanto menor a diferença de enquadramento de uma tomada, menor a quantidade de erros ao comparar diversas fotografias produzidas ao longo do monitoramento. É preciso destacar que as imagens eram obtidas sempre no mesmo horário ao longo do dia, buscando uma aproximação das condições de temperatura e luminosidade.

d) o processamento das fotografias obtidas.

Para o processamento das fotografias, foram utilizadas, dentre outras ferramentas de *software* livre, o GIMP, ImageJ e a linguagem de programação R. Essa última foi escolhida por possibilitar a superação dos riscos de desenvolver aplicações pouco flexíveis às reais necessidades da pesquisa arqueológica. O ambiente R possui um conjunto de pacotes que facilitam a manipulação de dados, cálculo e visualização gráfica, além de um conjunto de funções para cálculos sobre quadros de dados, particularmente para matrizes. Ademais, o R dispõe de uma grande coleção de ferramentas para análise de diversos tipos de dados, facilidades gráficas para análise e visualização em tela ou impressa (BEASLEY, 2004; MONTEIRO, 2006; TORGO, 2006; LANDEIRO, 2011; PROJETO R, 2012; R TEAM, 2012; ITANO; SANTOS, s/d, WHEATLEY; GILINGS, 2002; RUGG, 2007; DRENNAN, 2009).

RESULTADOS E ANÁLISES

Em cada sítio estudado, várias manchas gráficas foram fotografadas em detalhes. As medidas das áreas avaliadas foram sendo modificadas conforme se ajustavam às técnicas de fotografia e às análises posteriores feitas em laboratório. Por meio da experimentação, acabou-se por adotar uma pequena porção da imagem denominada de Unidade de Acompanhamento da Imagem (UAI), na qual a medida estabelecida foi de 25 mm x 25 mm. A determinação de quais áreas da imagem seriam utilizadas foi arbitrária e forneceu os dados para a geração de cinco tipos de histogramas que serviram de base de comparação entre as fotografias.

A UAI-TPO-3, fotografada em 07 de junho de 2015 no sítio TPO, é apresentada na Figura 3. Nela são destacados os resultados gráficos das transformações em quatro momentos diferentes, contando-se da esquerda para a direita, padronização do balanço das cores (a partir do perfil de cores da escala do Color Checker), aplicação do *plugin* DStretch, conversão para tons de cinza (oito bits) e segmentação.

Na Figura 4, expõe-se a mesma UAI-TPO-3, já com os histogramas apresentados, os quatro abaixo representam, da esquerda para a direita, a contagem dos *pixels* relacionados com vermelho (R), verde (G) e azul (B), e numa escala de tons de cinza. O histograma na parte inferior da Figura 4 apresenta a quantidade de *pixels* em tons de cinza em relação à distância na área representada pela UAI.

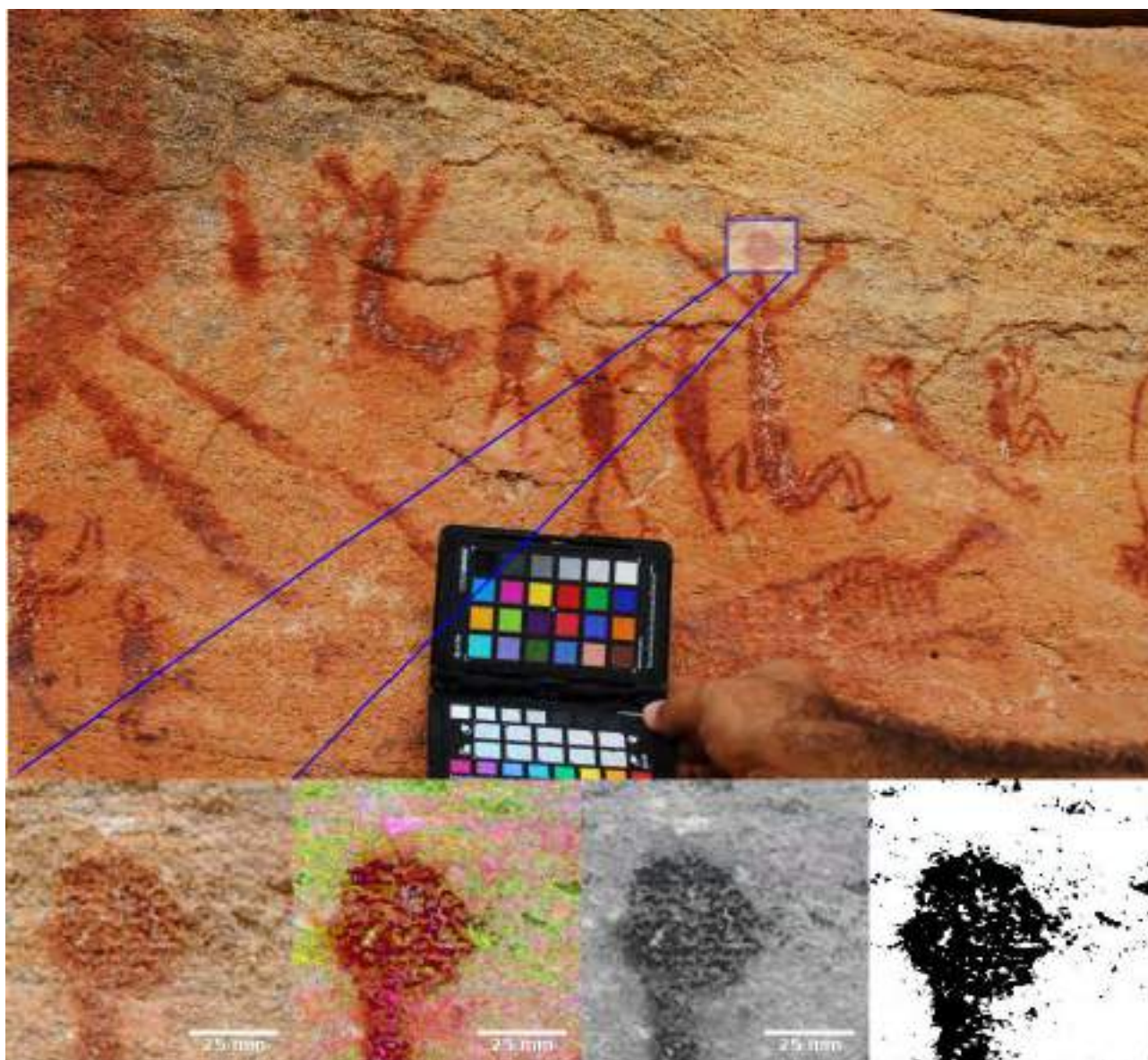


Figura 3: UAI-TPO-3 fotografada em 07 de junho de 2015. Fonte: O autor.

Em um momento posterior, 07 de dezembro de 2015, a mesma UAI-TPO-3 foi novamente fotografada, e os resultados obtidos podem ser observados, seguindo o mesmo padrão de leitura apresentado, nas Figuras 5 e 6. Um dos principais fenômenos percebidos é a padronização dos dados obtidos nas curvas dos histogramas gerados, as quais tendem a repetir o seu formato, o que caracteriza o método como válido. Permitindo, dessa maneira, iniciar uma série de questões a respeito das alterações nas pinturas rupestres a partir das medidas feitas com as fotografias digitais.

Uma dessas questões está relacionada à distância focal no momento de obtenção da fotografia, diferentes distâncias não modificam o formato do histograma que contém a UAI. Ao observar o histograma da quantidade de *pixels* em tons de cinza em relação à distância na área na UAI-TPO-3, percebe-se uma pequena diferença na porção relacionada entre 70 mm e 80 mm, causada pela distância focal diferente em cada uma das fotografias. Um caminho para suprimir essa variação é a normalização dos dados. Isso ocorre justamente devido à grande dificuldade de se fotografar repetidamente, em diferentes momentos do tempo, a mesma pintura rupestre. Posicionar a máquina fotográfica exatamente na mesma posição espacial é uma tarefa quase impossível, mas, a partir de uma série de operações de cálculos, a execução da metodologia não ficou impossibilitada.

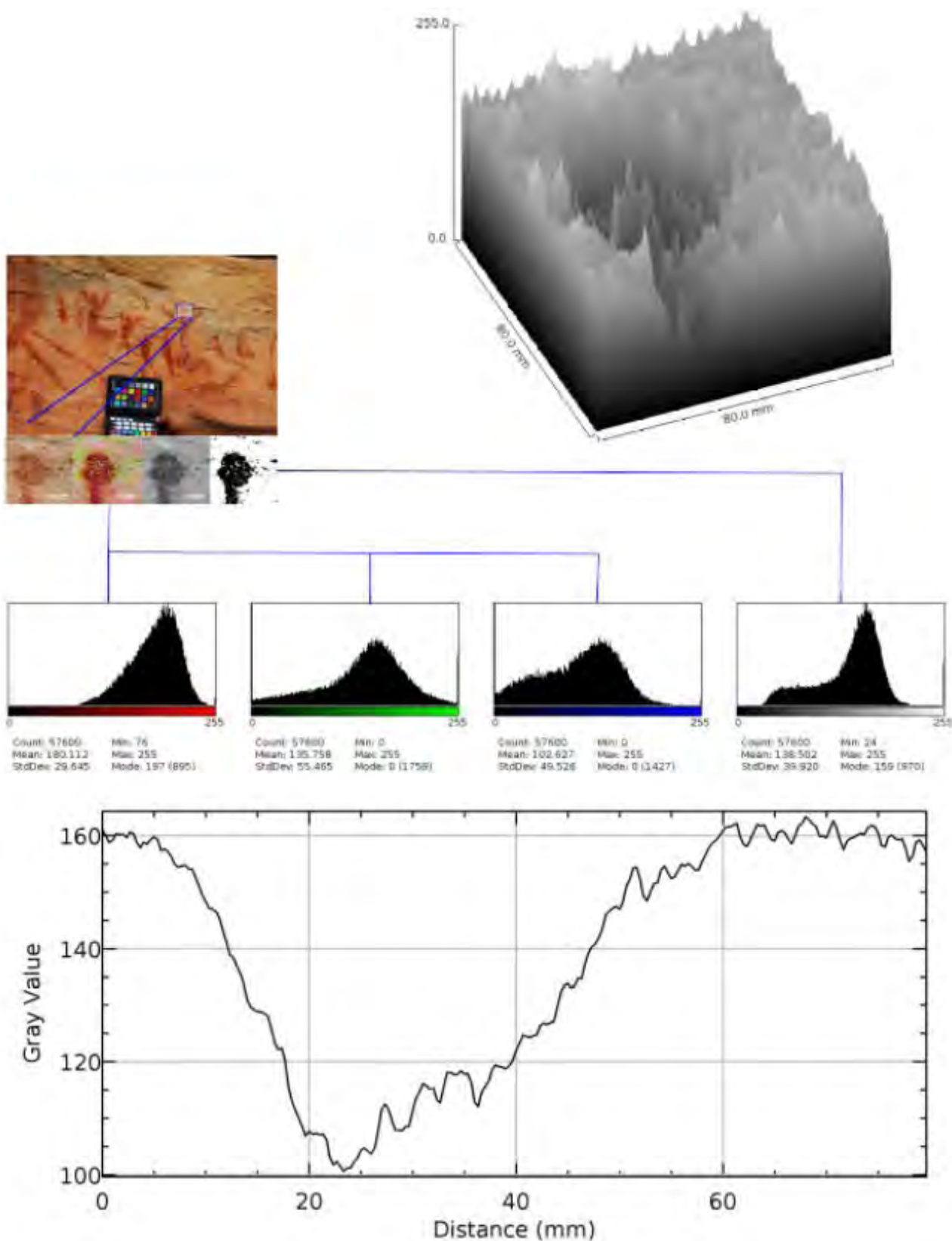


Figura 4: UAI-TPO-3 com os respectivos histogramas. Fonte: O autor.



Figura 5: UAI-TPO-3 fotografada em 07 de dezembro de 2015. Fonte: O autor.

Durante todo o processo de monitoramento, nenhum tipo de alteração foi identificado na UAI-TPO-3, lembrando que foram pelo menos 24 imagens produzidas e analisadas. Além da UAI apresentada, diversas outras foram monitoradas nos sete sítios arqueológicos em estudo. A quantidade de dados coletados e avaliados foi suficiente para afirmar que o monitoramento é eficiente. Todavia, novos parâmetros estão sendo testados, buscando-se o aperfeiçoamento das técnicas e do método.

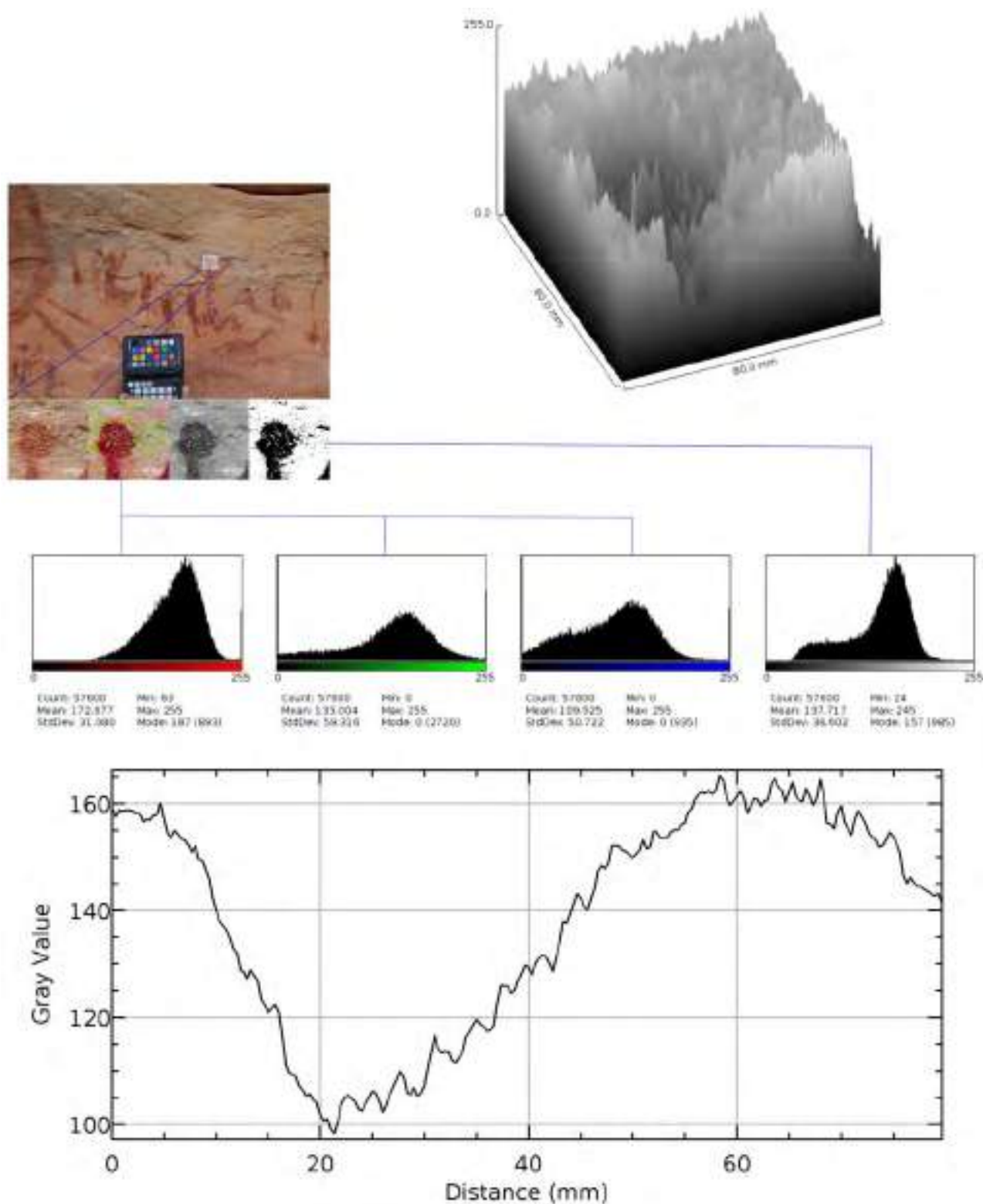


Figura 6: UAI-TPO-3 com os respectivos histogramas. Fonte: O autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fotografia é, sem dúvida, uma ferramenta ainda pouco explorada em termos de monitoramento. No caso da Arqueologia, o seu potencial começa a ser utilizado, mas ainda de forma incipiente. Sem dúvida também, as técnicas para um registro adequado no monitoramento de pinturas rupestres avançaram nesta pesquisa. No entanto, ainda se faz necessário desenvolver outros elementos que possam auxiliar no monitoramento. A avaliação da metodologia trouxe como resultado a adoção de práticas de outras áreas como o uso do Color Checker para correção e captação de cores fidedignas, mostrando-se eficiente e potencializando as possibilidades para futuras pesquisas. Por exemplo, permitindo a catalogação e a codificação dos níveis de cor RGB das pinturas, potencializando assim análises de sua repetição em diferentes sítios arqueológicos.

Um dos desafios da pesquisa em sua continuidade é manter – ao longo do período de monitoramento – os mesmos cuidados na captação das imagens, pois, para garantir um resultado efetivo no momento de relacionar as diversas fotografias produzidas, a atenção com ângulo de tomadas, controle de iluminação e balanço de cores é essencial. Espera-se, portanto, com a continuidade das pesquisas, avançar o conhecimento no sentido de permitir desenvolver uma técnica de monitoramento que seja suficientemente simples de ser aplicada e possa ser utilizada em diversos ambientes em que existam sítios arqueológicos com pinturas rupestres pelo mundo.

Para isso, é preciso encarar diversos desafios, dentre os quais, destacam-se: testar melhores técnicas de segmentação de imagens e automatizar dos processos de análises.

REFERÊNCIAS

- BEASLEY, Colin Robert. *Bioestatística usando o R*. Laboratório de Moluscos. Belém: Universidade Federal do Pará, 2004.
- BEDNARIK, Robert G. The survival of the Murujuga (Burrup) petroglyphs, *Rock Art Research* 19(1)(2002) 29-40.
- BRINK, Jack W., Campbell, Ian A. and Peterson, Arthur E. Experiments in rock art preservation at Writing-on-Stone Provincial park, Alberta, Canada. *International Newsletter on Rock Art (INORA)* 36 (2003) 17-23.
- CLOGG, Phil, DIÁZ-ANDREU, Margarita, LARKMAN, Brian. (2000) Digital Image Processing and the Recording of Rock Art. *Journal of Archaeological Science* (2000) 27, 837–843 doi:10.1006/jasc.1999.0522, available online at <http://www.idealibrary.com>
- DRENNAN, Robert. *Statistics for archaeologists*. Springer: London, 2009.
- ITANO, Fernando; SANTOS Soane Mota. *Tópicos de estatística utilizando o R*. Instituto de Matemática e Estatística da USP, s/d.
- GOMES, Otávio da Fonseca Martins. *Processamento e Análise de Imagens Aplicados à Caracterização Automática de Materiais*, Dissertação de Mestrado, PUC/Rio, Rio de Janeiro, 2001.
- GROHMANN, Carlos Henrique. *Introdução a análise digital de terreno com GRASS-SIG*. Instituto de Geociências, USP: São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.igc.usp.br/pessoais/guano/grass.html>, consultado em 10/06/2014.
- GUILLAMET, Eudaud. Intervencions de conservació-restauració en pintura rupestre, *Cota Zero* 16 (2000) 111-9.
- KELLY, Roger. AND MCCARTHY, Daniel F. Effects of Fire on Rock Art. *American Indian Rock Art* 27 (2001) 169-176.
- LAMBERT, David. *Conserving Australian Rock Art: a manual for site managers*. Canberra: Aboriginal Studies Press, 1989.
- LANDEIRO, Victor Lemes. Introdução ao uso do programa R. INPA: Coordenação de pesquisa em Ecologia, 2011.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. A conservação de sítios de arte rupestre. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, v. 33, p. 95-107, 2007.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. Dating of the Prehistoric Paintings of the Archaeological Area of the Serra da Capivara National Park. In: Matthias Stuecker; Paul Bahn. (Org.). *Dating and the earliest known Rock Art*. 1ª ed. Londres: Oxford, 1999, v. 1, p. 49-52.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. (a). Preservação de sítios de arte rupestre do Parque Nacional Serra da Capivara - Piauí - Brésil. In: *Congresso Internacional de Arte Rupestre*, 1998, Vila Real - Portugal. Anais do Congresso Internacional de Arte Rupestre. Vila Real: Editora da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1998. v. I. p. 58.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. (b). Datações de Pinturas Rupestres da Área do PARNA Serra da Capivara. CLIO. Série Arqueológica (UFPE), Recife, v. 1, n.13, p. 203-213, 1998.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses; GUIDON, Niède ; BORGES, Jóina Freitas . Safeguard and conservation of the rock art at the Serra da Capivara National Park. *FUMDHAMENTOS*, v. 1, p. 47-56, 2007.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses; BORGES, Jóina Freitas ; ROCHA JÚNIOR, Simplício dos Santos . Sítios de Registros Rupestres: Monitoramento e Conservação. Mneme (Caicó. Online), RECIFE, v. 1, n.1, p. 01-24, 2005.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses ; PUCCIONI, Sívia ; FIGUEIREDO, Diva Maria ; ARRAES, Maria das Graças Medina ; FERREIRA, Marco Antônio Fonseca ; PÁDUA, Luís Evaldo de Moura ; CARVALHO, Eulália Maria Sousa ; MEDEIROS, Elizabeth . Intervention de Conservation sur un site: La Toca da Entrada do Pajau - Parc National de la Serra da Capivara (Piauí, Brésil). In: Régine Hocquette; Marcel Stefabnaggi; Pascal Bieret; Jacques Brunet. (Org.). *L'Art avant L'Histoire: La Conservation de l'Art Préhistorique*. 1ed. Paris: Ed. SFIIC, 2002, v. , p. 159-163.

- McCULLOCH Charles E., SEARLE, Shaley R. *Generalised, Linear and Mixed Models*. John Wiley and Sons Ltd, New York, 2001.
- MONTEIRO, Leandro Rabello. *Introdução à biometria utilizando R*. Laboratório de Ciências Ambientas CBB:UENF, 2006.
- PESSIS Anne-Marie. Apresentação gráfica e apresentação social na tradição Nordeste de Pintura rupestre do Brasil. In: *Revista Clio* número 5, serie arqueológica.recife, UFPE. 1989.
- PROJETO R. *What is R?* Consultado no site do Projeto R: <http://www.r-project.org/about.html> em 05/06/2012.
- PROUS, André. *O Brasil antes dos brasileiros, a pré-história do nosso país*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.
- R TEAM. *R data import/export*. ISBN 3-900051-10-0 . Development Core Team, 2012.
- RENFREW, Colin.; BAHN, Paul. *Archaeology: theories, methods and practice*. 4a ed. London: Thames and Hudson, 2004.
- RODGERS, Bradley. *The Archaeologist's Manual for Conservation: A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*. The Kluwer international series on computer supported cooperative work, 2004.
- ROGERIO-CANDELERA, M. A. Experiencias en la documentación de pintura rupestre utilizando técnicas de análisis de imagen: avances hacia el establecimiento de protocolos de documentación no invasivos. *Revista digital de arte rupestre*, nº6, 2013. Disponível em http://www.cuadernosdearterupestre.es/servlet/s.SI?navegacion=n&sit=&r=ReP-29521-DETALLE_REPORTAJESABUELO.
- ROGERIO-CANDELERA, Miguel Ángel, JURADO, Valme, LAIZ, L. SAIZ-JIMENEZ, C. (2011). Laboratory and in situ assays of digital image analysis based protocols for biodeteriorated rock and mural paintings recording. *Journal of Archaeological Science*, 38: 2571-2578.
- ROGERIO-CANDELERA, Miguel Ángel, MILLER, A.Z., DIONÍSIO, A., MACEDO, M.F., SAIZ -JIMENEZ, C. (2012). Técnicas no destructivas para la monitorización cuantitativa y cualitativa de procesos de biodeterioro en materiales pétreos. En M.I. Dias y J.L. Cardoso (eds.) *Actas do IX Congresso Ibérico de Arqueometria* (Lisboa, 2011). *Estudos Arqueologicos de Oeiras*, 19: 287-294.
- ROSENFELD, Andrée Jeanne. *Rock art conservation in Australia*. Special Australian Heritage Publication Series 2. Canberra: Australian Government Publishing Service. 2nd edition, 1988.
- ROSKAMS, Steve. *Excavation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- RUGG, Gordon. *Using Statistics*. Open University Press :Berkshire (England), 2007.
- SANZ, Inés Domingo, BONILLA, Valentín Villaverde de, MONTALVO, Esther López, LERNA, José Luis, CABRELLES, Miriam. Reflexiones sobre las técnicas de documentación digital del arte rupestre: la restitución bidimensional (2D) versus la tridimensional (3D). *Revista digital de arte rupestre*, nº6, 2013. Disponível em http://www.cuadernosdearterupestre.es/servlet/s.SI?navegacion=n&sit=&r=ReP-29519-DETALLE_REPORTAJESABUELO
- SCHIFFER, Michael Brian. *Formation process of the archaeological record*. Salt Lake City: University of Utah, 1996.
- STRECKER, Matthias. and TABOADA TÉLLEZ Freddy. (eds.) *Administración y conservación de sitios de arte rupestre. Contribuciones al estudio del Arte Rupestre Sudamericano*. La Paz: Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia, 1995.
- SURYA, Leandro. *Investigação de um ambiente de tecnologias da informação e comunicação para a arqueologia brasileira*. Tese de doutorado. Universidade do Porto, 2011.
- VALECAMONICA. Monitoring and Good Practices for the Protection of the Heritage of UNESCO Site N. 94 “*Rock Drawings in Valcamonica*”. Disponível em www.vallecamonicaunesco.it/progetto-monitoraggio-tutela.php?lang=en. Consultado em 12/06/2014.

YATES, T., BUTLIN, R. and HOUSTON, J. *Carved stone decay in Scotland. Assessment methodology handbook*. Edinburgh: Historic Scotland, 1999.

Recebido em: 19/01/2018

Aprovado em: 08/07/2018

Publicado em: 30/11/2018

**BONE DIAGENESIS STUDY OF THE BURIALS FROM THE PEDRA DO
ALEXANDRE ARCHAEOLOGICAL SITE, CARNAÚBA DOS DANTAS, RIO
GRANDE DO NORTE, BRAZIL**

***ESTUDO DE DIAGÊNESE ÓSSEA DOS SEPULTAMENTOS DO SÍTIO
ARQUEOLÓGICO PEDRA DO ALEXANDRE, CARNAÚBA DOS DANTAS, RIO
GRANDE DO NORTE, BRASIL***

Henry Socrates Lavalle Sullasi

André Luiz Campelo Santos

Sérgio Francisco Serafim Monteiro da Silva

Como citar este artigo:

SULLASI, Henry, S. L.; SANTOS, André, L. C.; SILVA, Sérgio, F. S. M. Bone diagenesis study of the burials from the Pedra do Alexandre archaeological site, Carnaúba dos Dantas, Rio Grande do Norte, Brazil. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 162-178, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Bone diagenesis study of the burials from the Pedra do Alexandre archaeological site, Carnaúba dos Dantas, Rio Grande do Norte, Brazil.

Henry Socrates Lavallo Sullasi^{a,b}

André Luiz Campelo Santos^b

Sérgio Francisco Serafim Monteiro da Silva^a

Abstract: The Pedra do Alexandre archaeological site was target of several archaeological campaigns, the bone remains from at least 36 human individuals, and charcoal fragments associated to these burials were among the archaeological findings of the campaigns. The radiocarbon dating provided values between 9400±90 BP and 2620±60 BP. However, attempts to dating the bone remains proved fruitless due to the loss of collagen caused by taphonomic processes. From that finding, this research was initiated to assess the degree of diagenetic alteration of the bone remains from the Pedra do Alexandre archaeological site. FTIR and XRD analyses conducted on 6 random human bone samples from the Site and pH measurements in correlated sediments have enabled us to conclude that all the analyzed bone remains were extensively degraded by microbial activity, although in different degrees of alteration.

Resumo: O sítio arqueológico Pedra do Alexandre foi alvo de várias campanhas arqueológicas, os restos ósseos de pelo menos 36 indivíduos humanos, e os fragmentos de carvão associados a esses enterros estavam entre os achados arqueológicos das campanhas. A datação por radiocarbono forneceu valores entre 9400±90 AP e 2620±60AP. No entanto, as tentativas de datar os ossos continuam sendo infrutíferas devido à perda de colágeno causada pelos processos tafonômicos. A partir dessa descoberta, esta pesquisa foi iniciada para avaliar o grau de alteração diagenética dos remanescentes ósseos do sítio arqueológico Pedra do Alexandre. Análises de FTIR e XRD em 6 amostras aleatórias de osso humano do Sítio e medições de pH em sedimentos relacionados permitiram concluir que todos os remanescentes ósseos analisados foram amplamente degradados pela atividade microbiana, embora em diferentes graus de alteração.

Keywords:

Pedra do Alexandre; Bone diagenesis FTIR; XRD.

Palavras Chave:

Pedra do Alexandre; Diagênese óssea; FTIR; DRX.

^a Department of Archaeology, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Avenida Professor Moraes Rego, 1235, 50670-901, Recife, PE, Brazil. E-mail address: henry.lavalle@gmail.com

^b Graduate Program in Archaeology, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Avenida Professor Moraes Rego, 1235, 50670-901, Recife, PE, Brazil.

INTRODUCTION

The Pedra do Alexandre archaeological site is a rock shelter located in the municipality of Carnaúba dos Dantas, in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. It is one of the sites that constitute the Seridó Archaeological Area, which is comprehended in the states of Rio Grande do Norte and Paraíba (Fig. 1) (Torres, 1995/1996, Martin, 1995/1996, Queiroz and Cardoso, 1995/1996).

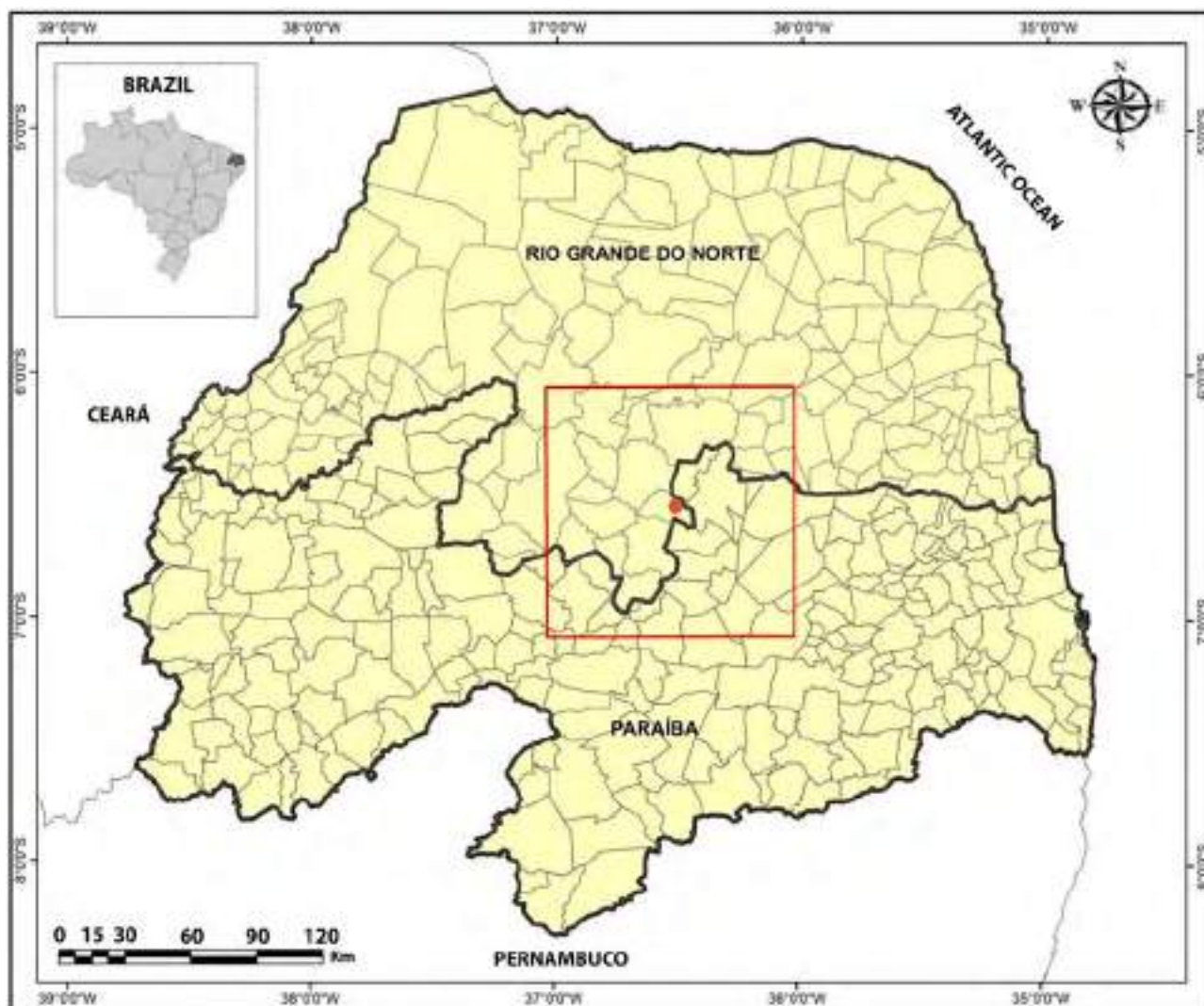


Fig. 1. The Seridó Archaeological Area. Pedra do Alexandre approximate location is indicated by the red dot (Mafra, Martin, Nogueira, 2015, p. 12, adapted).

Between the years of 1990 and 2010, 17 excavation campaigns were conducted on the Site (Mutzenberg, 2007, Martin, 2008, Macedo, 2009). In 2010, after the last archaeological campaign, the skeletal remains of at least 36 human individuals, divided into a total of 31 burials, had been exhumed and can now be found at the Laboratory of Forensic Archaeology and Biology (LABIFOR) of the Federal University of Pernambuco (UFPE). Charcoals from campfires, among other materials and artifacts, such as quartz and flint flakes and a polished axe, were also found (Borges, 2008, Macedo, 2009). In the first half of the 90s, these charcoals were sent to the High Council for Scientific Research (CSIC) of Madrid, Spain, that provided 11 radiocarbon dates associated to 7 of the excavated burials (Table 1). This came to enable the determination of a chronolog-

ical sequence which spans from 9400±90 BP to 2620 ± 60 BP for a not necessarily continuous human occupation in the site (Martin, 1995/1996, 2003, 2008, Martin et al., 2008).

Table 1: Pedra do Alexandre archaeological site radiocarbon dating (Martin, 1995/1996, p. 112, and Queiroz, 2002, p. 270, adapted).

Sample	Age (BP)	Associated burials
CSIC-1061	2620±60	Number 7
CSIC-1053	2750±40	Number 9
CSIC-945	2860±25	Same depth as Number 9
CSIC-966	2890±25	Number 9
CSIC-1054	4160±70	Number 2
CSIC-943	4710±25	Number 1
CSIC-1060	5790±60	Number 6
CSIC-1052	6010±60	Depth below the Number 1
CSIC-965	8280±30	Number 4
CSIC-967	9400±35	Number 3
CSIC-1051	9400±90	Same depth as Number 3

However, Mutzenberg (2007) points out that in order to generate a better interpretation of the Site past human occupation it is necessary to conduct absolute and direct dating of all burials, or all the individuals, if possible, by Radiocarbon employing the Accelerator Mass Spectrometry (AMS) instrumentation. According to the mentioned author (2007, p. 117) “due to the constant revolving of the [...] sediments, Radiocarbon dating of associated charcoals may contain errors, leading to inaccurate analyzes”.

In the second half of 2011, 4 bone samples from the individuals 10, 22, 26 and 27, and a tooth from the individual 29, were chosen by their apparent good condition and sent to the Beta Analytic laboratory to be dated through the use of Radiocarbon AMS technique. However, the application yielded no results since, according to the laboratory, the samples no longer had enough quantities of organic material—collagen—to be dated, i.e., the samples were diagenetically degraded. The basic principle of diagenesis is that when materials are buried they begin to undergo physical and chemical changes caused by their interaction with acidic environments, underground water, minerals and/or even biochemical activity present in the surrounding soil (Goffer, 2007).

Currently, Carnaúba dos Dantas is under the effect of semi-arid climate, with low rainfall, and hyperxerophilic and sub-desert vegetation (Mutzenberg, 2007). The region in which the site is located undergoes a rapid desertification process, and the previously perennial Carnaúba River is less and less abundant. However, approximately 10,000 years ago, which corresponds to the earliest dates obtained in the region related to human occupation, the climatic characteristics of the place were different from those found at the present: the former perenniality of the Carnaúba River would have enabled milder conditions for the prehistoric human occupation of the region (Mutzenberg, 2007, Queiroz, 2002, Martin, 1995/1996).

Given that the samples sent for dating were chosen because—macroscopically—they presented the best state of conservation of all the exhumed individuals, an assessment was conducted to identify which contextual factors at the Pedra do Alexandre archaeological site may have caused the bone diagenesis and the consequent loss of collagen in the samples.

BONE DIAGENESIS AND RADIOCARBON DATING

Diagenesis is a set of processes that, under certain burial conditions, can ultimately result in the total physical-chemical conversion of affected materials until they are fully integrated into the stratified sediments (Collins et al., 2002, Hedges, 2002, Shahack-Gross et al. 2003, Shahack-Gross et al, 2004). The most common diagenetic processes are: a) authigenesis, b) bioturbation, c) cementation, d) compaction, e) recrystallization, f) replacement, and g) solution (Goffer, 2007). To understand how the diagenetic processes occur in a bone or tooth, it is important first to understand their composition.

Bone is a composite material consisting of calcium phosphate (inorganic component) precipitated in a collagen matrix (organic component). The concentration of these materials in bone composition varies considerably with age and the type of bone. However, the inorganic component corresponds to approximately 69% of the bone material, while the organic component corresponds to 22%, and usually the remaining 9% would be filled by water. The mineral called hydroxyapatite (HA), highly insoluble, is predominant in the bone inorganic component (Pate and Huton, 1988, Mays, 1998). The organic component is composed of proteins, the most abundant being collagen type I (Smith et al., 2005, Weiner, 2010). The debate over the use of human and animal bones for radiocarbon dating is still open, with successes and failures related to bone pre-treatment, the nature of collagen, contamination, burned or calcined bone and the techniques of collagen extraction (Harbeck and Grupe, 2009; Brock et al., 2010; Zazzo and Saliège, 2011; Colonese et al., 2014).

Bone diagenesis generally occurs through three pathways (Collins et al, 2002, Hedges, 2002, Ceccanti et al, 2007). In the first pathway, the slow collagen loss occurs by chemical hydrolysis, resulting in a greater evidencing of the bone porosity. At the same time, these pores are filled with material from its surroundings, which is presumably one of the main mechanisms that lead to the fossilization of bones. The rate at which collagen is lost will depend on the time which the bone remained buried, temperatures to which such material was exposed and the pH of the soil in which it is buried—it is important to note that both extremes of pH can cause hydrolysis acceleration. The decay or persistence of the collagen is directly related to its possible transition to a more biodegradable—gelatinous—form, since such transition has an impact on the survival of the organic component. This process is retarded by the presence of the inorganic component and the very tight organization of collagen fibers. However, the factors already mentioned—high temperatures, for example—can accelerate it (Mays 1998, Collins et al., 2002, Hedges, 2002).

The second pathway concerns the changes that affect the inorganic component. In cases of deterioration of the inorganic component, diagenetic processes of dissolution and recrystallization prevail. In addition, for cases of bones that were found above or in the vicinity of groundwater, the hydrology of the region will be a key factor for the persistence of the inorganic component (Collins et al., 2002, Brown and Brown, 2011). However, in acidic soils—i.e., $\text{pH} < 7$ —some of the bone minerals can be completely dissolved. On the other hand, alkaline or basic soils, i.e. soil with a pH above 7, such as calcareous soils, provide more advantageous conditions for the preservation of the skeletal remains inorganic component (Shahack-Gross et al., 2004, Goffer, 2007). The weathering of minerals present in the soil often results in the generation of ions—in this case cations, i.e., positively charged ions. The acidic pH of a soil depends mostly on the presence and concentration of hydrogen (H^+) and aluminum (Al^+) cations in the sediment. In alkaline sediments, basic cations replace or are present in greater quantity than aluminum and hydrogen cations (Garrison, 2003). Thus, bone HA is generally more stable and early diagenesis of the skeleton results in HA transformation into more thermodynamically stable phases of recrystallization. Preservation variability reflects the intimate connection between bone composition, environment and geochemistry of the burial site, with recrystallization driven by mineral stabilities, dissolved ions in underground water, site mineralogy, and sediment porosity (Keenan,

2016).

Various types of bacteria present in the soil are also able to make it acid. This happens when these microorganisms oxidize the sulfur in the sediments producing sulfuric acid, which would be the third pathway by which diagenesis occurs in bone remains. This acid production causes a decrease of the soil pH, which can reach values of about 4 or even lower (Ambrose and Krigbaum, 2003, Shahack-Gross et al., 2004). The microbial deterioration—which also includes the action of fungi—is probably the most common mechanism of bone alteration and can occur quickly after the burial (Binford 1981, Pruvost et al., 2007, Brady et al., 2008). While the chemical deterioration is accelerated in soils with extreme pH or high temperatures, the microbial activity is enhanced in conditions where the soil pH is initially neutral. The removal of the inorganic component as a result of the soil low pH allows microorganisms to access and use the collagen as food. The microbial attack is in many aspects similar to the dissolution mechanism—chemical deterioration. However, microbial action is focused on discrete areas of damage also known as microscopic focal destruction (Collins et al., 2002, Hedges, 2002, Ambrose and Krigbaum, 2003, Shahack-Gross et al., 2004; Goffer, 2007).

The alterations caused by bone diagenesis can be detected by techniques that are already widely used in Archaeology, like Raman and Infrared (FTIR) spectroscopies, and X-ray Diffraction (XRD) (Pate et al., 1989, Berna et al., 2004, Zazzo et al, 2012, Sui et al, 2013). These techniques enable the quantification of diagenetic indices both in archaeological and modern bone samples, and once these indices are calculated it is possible to assess the extent of bone diagenesis.

MATERIALS AND METHODS

Assessing bone diagenesis

For this assessment, a modern human bone sample and bone fragments obtained from 6 randomly chosen individuals exhumed in the Pedra do Alexandre archaeological site—individuals 2, 15A, 15B, 27, 28 and 29—were analyzed by Fourier Transform Infrared spectroscopy by Attenuated Total Reflectance (FTIR-ATR) and X-ray Diffraction (XRD) techniques at the Department of Chemical Engineering (DEQ) of UFPE. Both analyzes were conducted by DEQ staff. The Department of Anatomy of UFPE provided the modern human bone sample, and its concession followed all the scientific and ethical protocols required by the Department and the University. Before the analysis, all the samples were cleaned in Milli-Q water in an ultrasonic bath to reduce sedimentary contamination. Then, after putting to dry in an oven, the bone samples were crushed, sieved and pulverized in a mortar to create fine particles and subsequently packed into a specific sample holder for the analysis. This pre-analyzes treatment was performed at the Department of Nuclear Energy (DEN) of UFPE by their respective staff.

The XRD technique makes it possible to determine the Crystallinity Index (CI), which is especially important for the study of bone diagenesis as it regards to the amount of inorganic material relative to the amount of organic in the sample analyzed, among other aspects about its mineral phases (crystal sizes, regularity of its crystalline structure etc.). As originally suggested by Hedges et al. (1995), for the CI determination, the full width at half maximum (FWHM) of the diffraction peak (002) was measured (Fig. 2). Thus, the higher the value for the FWHM of the diffraction peak (002), the higher the CI. The mentioned peak was originally chosen because it allows for the achievement of the greatest reproducibility of measurements among the HA peaks (Hedges et al., 1995). Given that the recrystallization process occurs after the loss of collagen in buried bones, the higher the CI, higher is the collagen loss. (Reiche et al., 2002, Stathopoulou et al, 2008, Piga et al, 2009, Abdel-Maksoud, 2010, Beasley et al., 2014). The XRD instrument used was a Bruker D8 DISCOVER, and the diffractograms were analyzed with the aid of OriginPro 8.5® software.

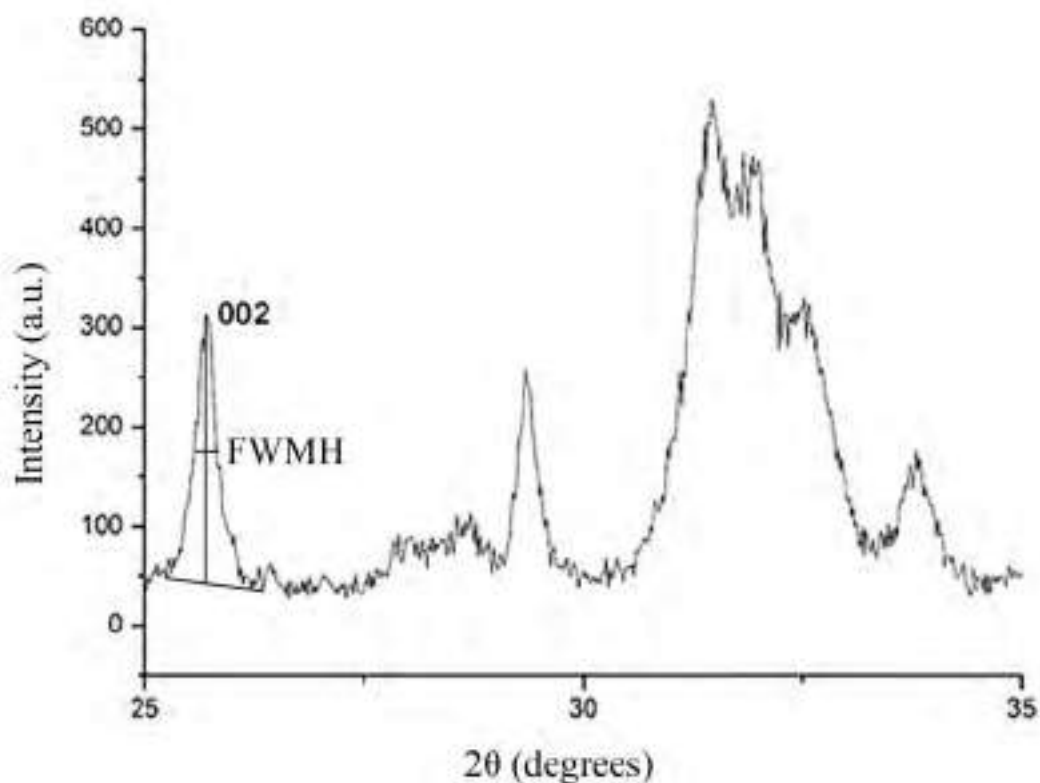


Fig. 2. Detail of a modern bone sample diffractogram showing how the CI was measured in this study.

Alongside the XRD, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy is another technique commonly used in Archaeology for the study of bone diagenesis (Surovell and Stiner, 2001). Such spectroscopy analyzes the interaction between infrared radiation and matter. To achieve this objective, a mathematical algorithm is used, the Fourier Transform, which enables the generation of spectra that, in turn, allows the analysis of molecular structures from materials—collagen and HA included (Beasley et al., 2014, Thompson et al., 2009). From the measuring of some peaks heights present in the FTIR spectra, it was possible to calculate another two diagenetic indices: the IR-SF (Infrared Splitting Factor), an analogous index to the CI, but calculated in FTIR spectroscopies, and the C/P (Carbonate-Phosphate) ratio (Figure 3) (Roberts et al., 2002, Szostek, 2009, Farias, 2013). The calculation of the C/P ratio is particularly important for the study of diagenetic processes that affects the inorganic component as this index regards to the presence of the carbonate (CO_3) and phosphate (PO_4) radicals in the sample. Note that the HA is a calcium phosphate and in bone it is presented carbonated (i.e., $\text{HA} + \text{CO}_3$) (Beasley et al., 2014).

In absorbance mode, the IR-SF is calculated by the sum of two peaks heights approximately located at the bands 560 cm^{-1} and 600 cm^{-1} in the spectrum and dividing the result by the height of the “valley” around the band 590 cm^{-1} (Weiner, Bar-Yosef, 1990, Stiner et al., 1995, Hollund et al., 2012). While the C/P ratio is calculated by the ratio between the heights of the peaks located around 1415 cm^{-1} and 1030 cm^{-1} bands (Hollund et al., 2012, Beasley et al., 2014). Prior to both indices calculation, baselines were manually drawn on the bases of the cited peaks to measure their heights (Weiner, Bar-Yosef, 1990). Besides these two indices, the FTIR spectroscopy is also capable of providing a visual indication that aids in the task of evaluating the persistence or absence of collagen in the sample (Beasley et al., 2014). This indication is a prominent or not (in the case of collagen absence) peak located in the bands around 1637 cm^{-1} and 1655 cm^{-1} (Weiner, Bar-Yosef, 1990), called Amide I peak (Fig. 3).

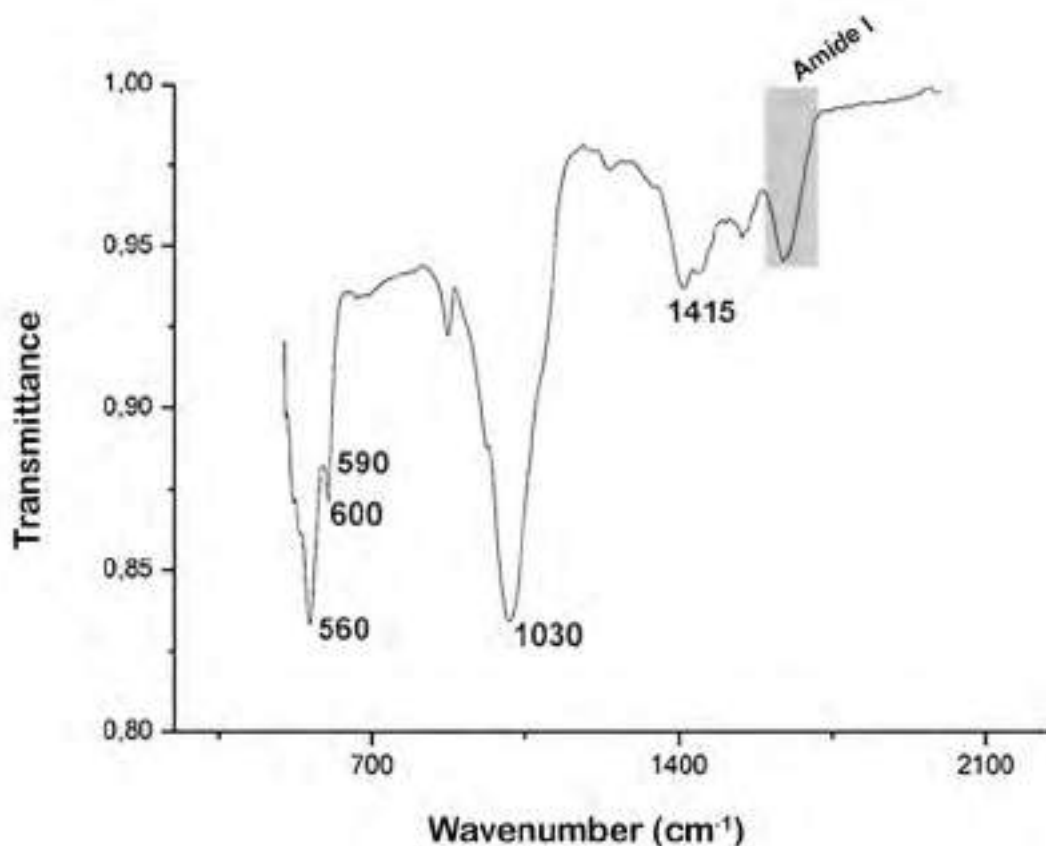


Fig. 3. FTIR-ATR spectrum in transmittance mode of a modern bone sample showing the peaks/valleys used to calculate the IR-SF and C/P ration, and the Amide I peak—in this case, a valley.

The FTIR-ATR spectrometer used was a Bruker TENSOR 27, and the spectra were also analyzed with the aid of OriginPro 8.5[®] software.

Determining the soil pH and composition

A study on the soil pH and composition of the Pedra do Alexandre archaeological site was also carried out to identify the contextual factors that enabled or not the occurrence of bone diagenesis.

For the measuring of soil pH, 10g from 6 soil samples—numbered 544, 555, 1314, 1389, 4431, 4432—associated with the 6 bone samples previously presented were subjected to a pH meter. As suggested in other studies, neutral solutions of the sedimentary samples saturated with water were produced for the pH analysis (Shahack-Gross et al. 2003, Shahack-Gross et al., 2004, Lage et al, 2006, Lage et al, 2007). Two of the sedimentary samples, 544 and 555, were collected in the same sector (XI) as the bone sample 2; two others, 1314 and 1389, were collected in the same sector (III) as the bone samples 15A and 15B; and the last two, 4431 and 4432, were collected in the same sector (XXXIV) as the bone samples 27, 28 and 29 (Fig. 4).

The classification of the samples pH was carried out according to the scale for sedimentary pH suggested by the Natural Resources Conservation Service agency of the United States Department of Agriculture (NRCS-USDA).

In order to enable the identification of the samples mineralogical compositions, from the 6 sedimentary samples available, 3 of them—samples 555, 1389 and 4432, one from each sector—were also analyzed via XRD. The mineral phases identification and their respective proportions calculations were made possible by the use of the Match![®] software.

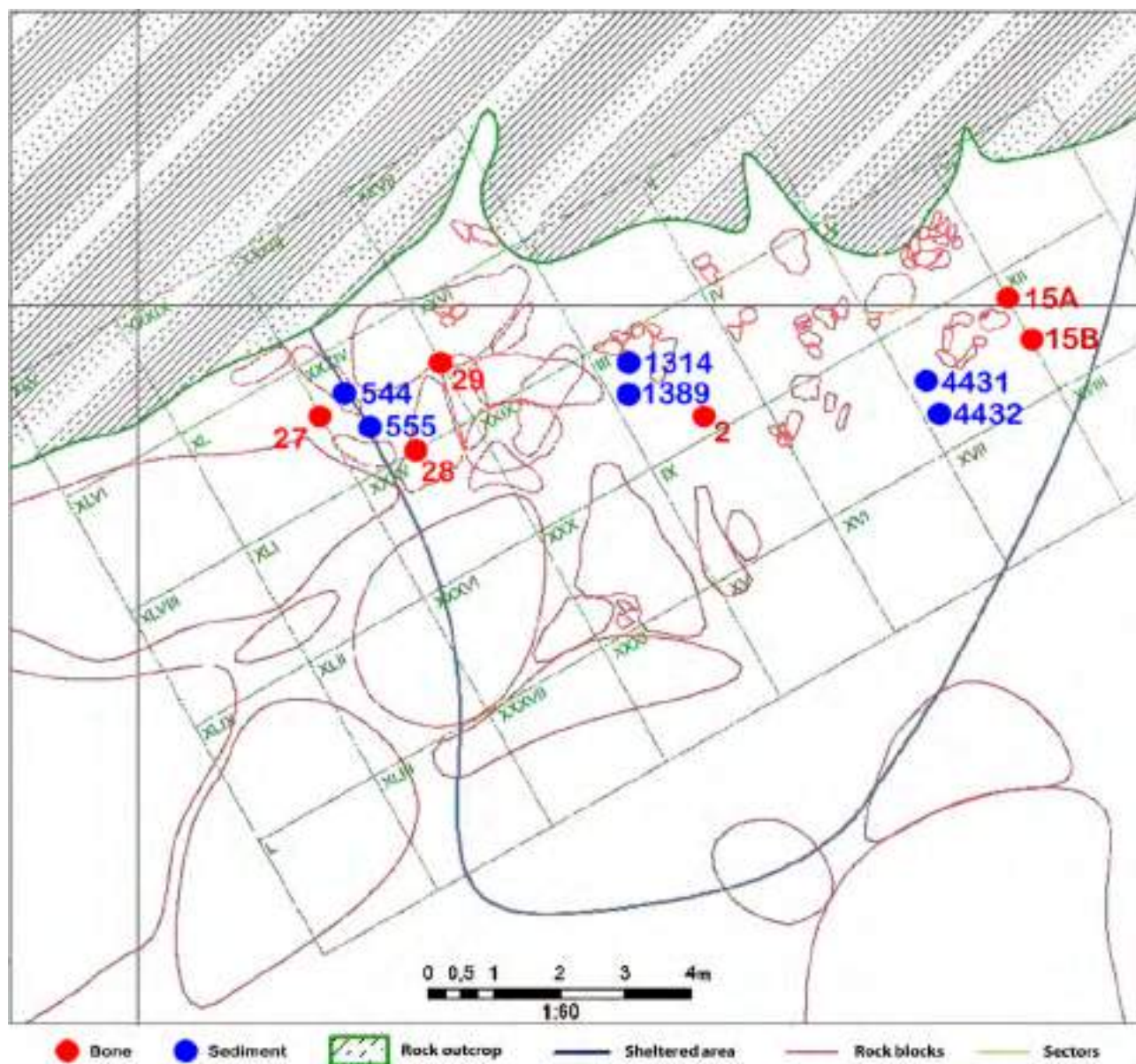


Fig. 4. Localities where the analyzed samples were collected – complete vertical and horizontal lines are geographical coordinate lines (Mutzenberg, 2007, p. 98, adapted).

RESULTS AND DISCUSSION

From the FTIR-ATR spectroscopy and XRD, it was possible to obtain the characteristic spectra for bone in almost all the samples analyzed—the exception was an absence of the diffractogram for sample 15A. All diagenetic indices obtained for the archaeological samples reported the occurrence of diagenetic changes when compared to the same indices obtained for the modern sample (Table 2). For the modern sample, all the diagenetic indices values obtained were consistent with those reported in the literature (Beasley et al., 2014, Thompson et al., 2009).

Table 2: Diagenetic indices determined for the bone samples using the FTIR-ATR spectroscopy and XRD techniques

Samples	CI	IR-SF	C/P
Modern	0.31	3.17	0.37
2	0.27	4.93	0.11
15A	-	7.25	0.03
15B	0.23	7.15	0.03
27	0.28	4.44	0.13
28	0.26	7.10	0.14
29	0.24	4.89	0.15

The IR-SF values shows that the samples 15A and 15B, obtained from two different individuals exhumed at the same burial, presented the highest levels of diagenetic alteration, closely followed by the sample 28. An extensive recrystallization process that occurred in the bone after the burial can explain these values. IR-SF values of this order also indicate an extensive loss of collagen, with the remaining bone pores now occupied by minerals from the surrounding environment—or newly formed. It is surprising that such scenario was not the same for samples 27 and 29, buried close to sample 28. The first ones possibly did not suffer as extensive a recrystallization process as the latest. However, this finding can be explained by a possible disparity between their respective periods of burials. If the individual 28 was buried hundreds or even thousands of years earlier than the other two, it is to be expected—but not necessarily have to occur—that its remains present more extensive diagenetic changes.

Featuring a pattern very similar to the IR-SF, the C/P ratio values show that a more extensive diagenetic alteration also reached the inorganic component of the samples 15A and 15B. The C/P values for the burials 27, 28 and 29 were very similar. It is important to note that a major change in the inorganic component does not necessarily mean the loss of it, but may indicate the contrary, an increase of their presence—in the case of precipitation of external minerals from the surrounding environment—or simply that there were changes in the proportion of radicals present in the sample. The C/P ratio is a ratio between the amounts of carbonate and phosphate radicals existing in a given bone sample. And in bone the HA, which is a calcium phosphate, is carbonated. Thus, a decreasing value of the C/P ratio means that the proportion of phosphate radicals in a given sample is even larger than the ones of carbonate.

Comparing the samples according to the two indices obtained from FTIR-ATR spectroscopy—IR-SF and C/P ratio—, the sample 15A is the most diagenetically changed, followed by samples 15B, 28, 2, 29 and 27, in order (Fig. 5). The indices showed a degree of high negative correlation (-0.8) which means that the higher is the IR-SF, lower is the C/P ratio, and vice versa.

As for the prominence of the Amide I peak in the FTIR-ATR spectra, in figure it is possible to see what would be only a trace of this peak in the archaeological samples, demonstrating the low persistence of bone collagen on them when compared with the modern sample (Figure 6).

Similarly to what can be seen for the IR-SF and C/P ratio indices, the CI values for the sample 15B is the highest among all the samples analyzed. The measured CI values were consistent with the ones found in other works, including the value for the modern sample (Koch et al., 1997; Reiche et al., 2002; Farlow and Argast, 2006, Abdel-Maksoud, 2010; Rogers et al., 2010). Comparing the CI values with IR-SF ones, the sample 15B shows to be the more diagenetically changed, followed by samples 28, 29, 2 and 27, in order (Fig. 7). These indices also showed a degree of high negative correlation (-0.77).

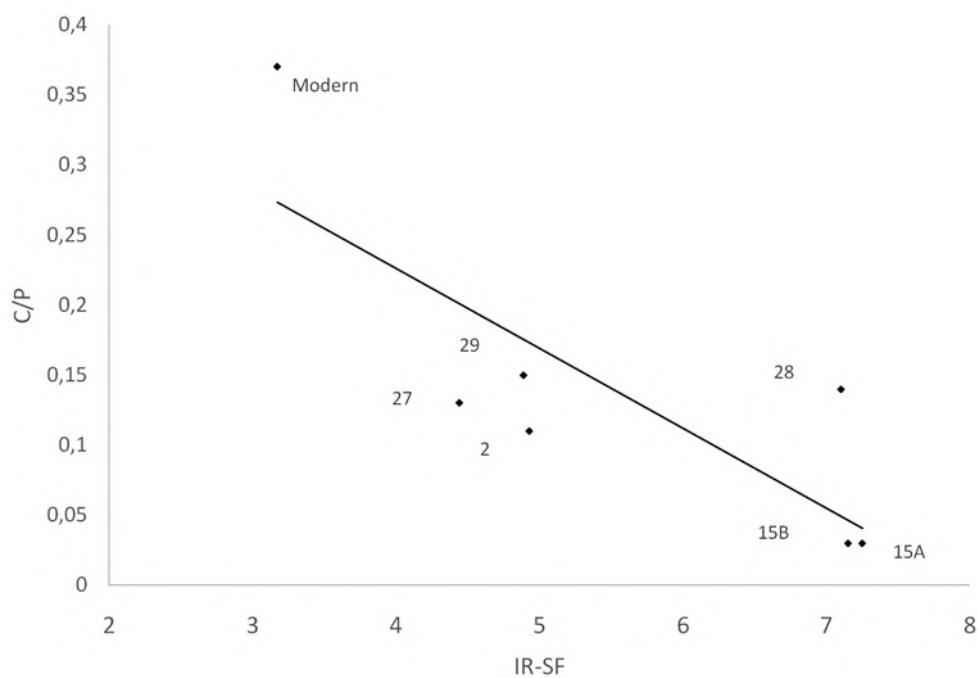


Fig. 5. Correlation between C/P and IR-SF indices of the bone samples analyzed by FTIR-ATR spectroscopy.

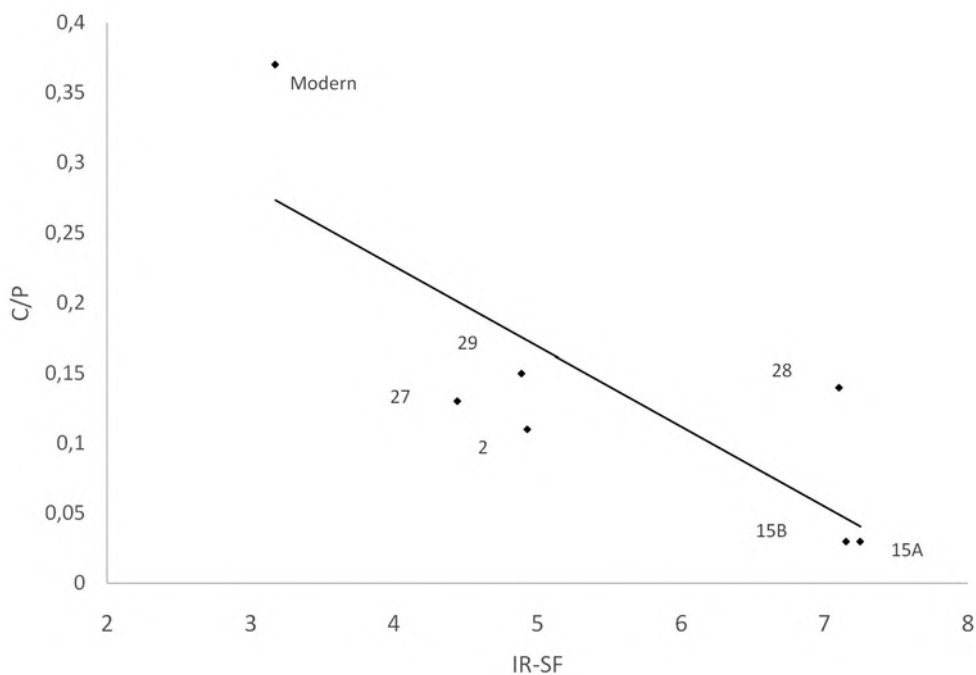


Fig. 6. Comparison between FTIR-ATR spectra from all the bone samples analyzed—only the modern sample spectrum was obtained in transmittance mode, the archaeological spectra were obtained in absorbance mode.

In general, after the discussion of all diagenetic indices determined in this research, it is possible to infer that both bone samples from the burial 15 showed a higher loss of bone collagen, while the other 4 archaeological samples showed fewer extensive losses:

Degree of alteration: 15A > 15B > 28 > (2 ≈ 29) > 27

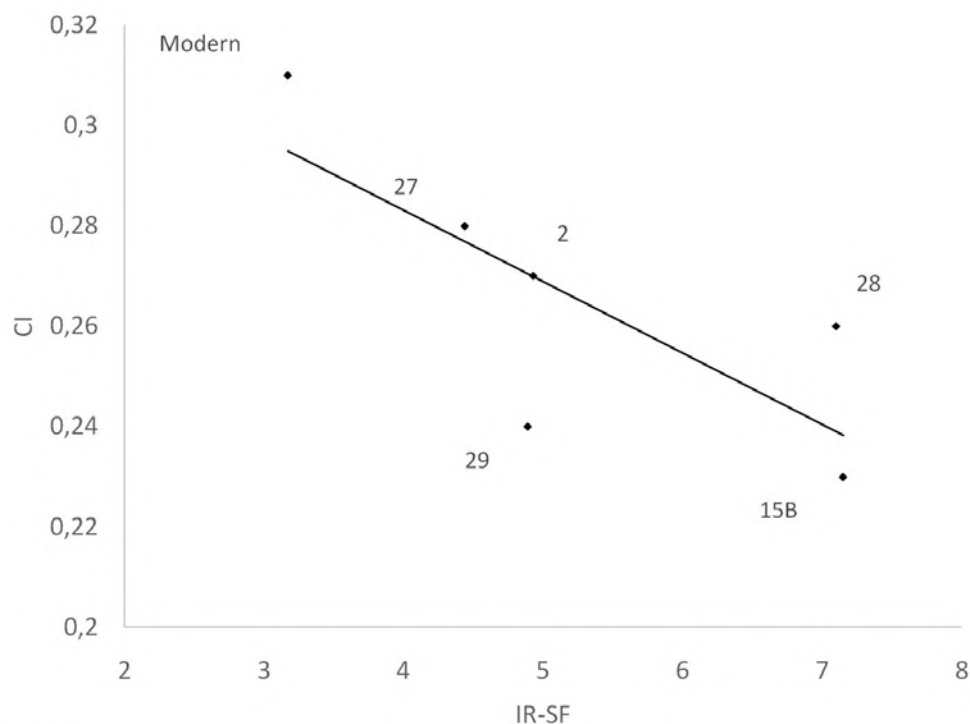


Fig. 7. Correlation between the CI and IR-SF indices obtained from the bone samples analyzed by both XRD and FTIR-ATR spectroscopy.

Such statements relate with the results of the pH measurements, in which the two sedimentary samples associated with the burial 15 showed the lowest pH values (Table 3), one slightly acidic and the other slightly alkaline.

Table 3: pH measurement results for the correlated sedimentary samples

Sample	Sector	Correlated bone samples	pH	NRCS-USDA classification
544	XI	2	8.44	Moderately alkaline
555	XI	2	8.36	Moderately alkaline
1314	III	15A, 15B	7.53	Slightly alkaline
1389	III	15A, 15B	6.37	Slightly acid
4431	XXXIV	27,28, 29	8.24	Moderately alkaline
4432	XXXIV	27,28, 29	8.68	Strongly alkaline

The three sedimentary samples also analyzed by XRD presented very similar compositions, with minimal variations on the proportions of each mineral phase present. However, something very curious is that the sample 555, which had pH of about 8.36, i.e., moderately alkaline, also had a small amount of the Brushite mineral in its composition (Table 4).

Table 4: Composition of the associated sedimentary samples

Sample	Muscovite	Illite	Albite	Kaolinite	Quartz	Brushite
555	33%	28.5%	15.4%	12.5%	7.1%	3.5
1389	35.3%	30.4%	17.6%	13.4%	3.3%	-
4432	35%	30.2%	18.1%	13.3%	3.3%	-

Brushite is a calcium phosphate as well as HA. However, it is formed in acidic environments by the reaction of phosphate-rich solutions with calcite and/or clay (Anthony et al., 2003). This small amount of Brushite found in only one of the analyzed samples indicates the possibility of this mineral being a product of microscopic focal destruction on the bones buried at sector XI of Pedra do Alexandre archaeological site—as previously stated, various types of bacteria present in the soil are able to make it acid (the third pathway by which diagenesis can occur).

In terms of the archaeological site spatial organization, it can be inferred that the sector III and surrounding areas present a more favorable context for the occurrence of bone diagenesis than sectors XI and XXXIV and their respective surroundings. Thus, bone samples from other individuals possibly found in sector III must present CI, IR-SF and C/P values that indicate such extensive changes as found in samples 15A and 15B.

CONCLUSIONS

The results of this random sampling analysis point to the conclusion that the diagenetic processes changed both bone components. However, the organic was noticeably the most affected, as expected. On the other hand, the inorganic component of some samples, such as 15A and 15B, also shown to have suffered extensive diagenetic (recrystallization) processes.

The diagenetic indices IR-SF, C/P ratio and CI are reliable and can be correlated with each other, as well as the pH values obtained for the sedimentary samples. However, none of the diagenetic indices directly returns information about the persistence or not of bone collagen, although it is possible to infer that from their respective interpretations. Thus, it seems that the only way to directly obtain such information is by visual comparing Amide I peaks in modern and archaeological bone FTIR-ATR spectra.

The occurrence of hydrolysis seems not to have been the main cause of bone collagen loss. Undoubtedly, the action of a slightly acidic hydrolysis can lead to collagen loss, and even strongly alkaline may cause long-term complete dissolution of the inorganic component. However, these processes necessarily depend on an almost constant presence of water in the sediment, something that, as can be seen from the introduction of this work, has become increasingly rare over the last 10,000 years in the region in which the archaeological site is located. Thus, in this case the hydrolysis appears to have produced only initial changes that facilitated the microorganisms' actions in the soil. It is important to note that this conclusion makes sense only if the pH values obtained for the sedimentary samples has been regular over the last few millennia, something that does not necessarily happened, obviously. Most likely the main responsibility for the absence of bone collagen were in fact the microorganisms present in the soil. The proximity to pH neutrality, noticeable in all but one of the sedimentary samples analyzed, denounces the existence of an environment that favors an intense microbial activity—even the slightly acid sample 1389 may have become this way as a result of this intense activity.

Acknowledgments

The authors thank INCT-INAPAS (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido do Nordeste do Brasil) for the scientific and technical support; and both Dr. Orangel Aguilera and the anonymous reviewer for the valuable contributions to this manuscript.

REFERENCES

- ABDEL-MAKSOUND, Goma. Comparison between the properties of accelerated-aged bones and archaeological bones. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, v. 10, n. 1, p. 89-112, 2010.
- AMBROSE, Stanley; KRIGBAUM, John. Bone chemistry and bioarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, v. 22, p. 193-199, 2003.
- ANTHONY, John; BIDEAUX, Richard; BLADH, Kenneth; NICHOLS, Monte (eds.). *Handbook of Mineralogy*. Chantilly: Mineralogical Society of America, 2003.
- BEASLEY, Melanie; BARTELINK, Eric; TAYLOR, Lacy; MILLER, Randy. Comparison of transmission FTIR, ATR, and DRIFT spectra: implications for assessment of bone bioapatite diagenesis. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 16-22, 2014.
- BERNA, Francesco; MATTHEWS, Alan; WEINER, Stephen. Solubilities of bone mineral from archaeological sites: the recrystallization window. *Journal of Archaeological Science*, v. 31, n. 7, p. 867-882, 2004.
- BINFORD, Lewis. *Bones: ancient men and modern myths*. Orlando: Academic Press, Inc., 1981.
- BORGES, CLÁUDIA. *Uma narrativa pré-histórica: o cotidiano de antigos grupos humanos no sertão do Seridó/RN*. (Tese) Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual de São Paulo, Assis, 2008.
- BRADY, Allyson; WHITE, Christine; LONGSTAFFE, Fred; SOUTHAM, Gordon. Investigating intra-bone isotopic variations in bioapatite using IR-laser ablation and micromilling: Implications for identifying diagenesis? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 266, p. 190-199, 2008.
- BROCK, Fiona; HIGHAM, Tom; BRONK RAMSEY, Christopher. Pre-screening techniques for identification of samples suitable for radiocarbon dating of poorly preserved bones. *Journal of Archaeological Science*, v. 37, n. 4, p. 855-865, 2010.
- BROWN, Terry; BROWN, Keri. *Biomolecular Archaeology: An Introduction*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.
- CECCANTI, B.; LANDI, A.; BARTOLI, F.; MALLEGGNI, F.; MASCIANDARO, G.; CARMIGNANI, A.; MACCI, C. Study and control of the geochemical processes responsible of diagenetic alteration of archaeological bones. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A*, v. 112, Toscana, p. 61-68, 2007.
- COLLINS, Matthew; NIELSEN-MARSH, Christina; HILLER, Jennifer; SMITH, Colin; Roberts, J.P.; PRIGODICH, Richard; WESS, T.J.; CSAPÒ, J.; MILLARD, A.R.; TURNER-WALKER, Gordon. The survival of organic matter in bone: a review. *Archaeometry*, v. 44, n. 3, Oxford, p. 383-394, 2002.
- COLONESE, André; COLLINS, Matthew; LUCQUIN, Alexandre; EUSTACE, Michael; HANCOCK, Y.; PONZONI, Raquel; MORA, Alice; SMITH, Colin; DEBLASIS, Paulo; FIGUTI, Levy; WESOLOWSKI, Veronica; PLENS, Claudia; EGGERS, Sabine; FARIAS, Deise; GLEDHILL, Andy; CRAIG, Oliver. Long-Term Resilience of Late Holocene Coastal Subsistence System in Southeastern South America. *PLoS ONE*, v. 9, n. 4, p. e93854, 2014.
- FARIAS, ALLYSON. *Diagênese óssea em ambiente semiárido brasileiro: modelagem e experimentações com sedimentos do sítio Pedra do Alexandre*. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Arqueologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- FARLOW, James; ARGAST, Anne. Preservation of fossil bone from the Pipe Creek Sinkhole (Late Neogene, Grant County, Indiana, U.S.A.). *J. Paleont. Soc. Korea.*, v. 22, n. 1, Seul, p. 51-75, 2006.
- GARRISON, Ervan. *Techniques in Archaeological Geology*. New York: Springer, 2003.

- GOFFER, Zvi. *Archaeological Chemistry*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- HARBECK, Michaela; GRUPE, Gisela. Experimental chemical degradation compared to natural diagenetic alteration of collagen: implications for collagen quality indicators for stable isotope analysis. *Archaeology and Anthropology Science*, v. 1, p. 43-57, 2009.
- HEDGES, Robert; MILLARD, Andrew; PIKE, A.W.G. Measurements and relationships of diagenetic alteration of bone from three archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, v. 22, p. 201-209, 1995.
- HEDGES, Robert. Bone diagenesis: an overview of processes. *Archaeometry*, n. 44, v. 3, Oxford, p. 319-328, 2002.
- HOLLUND, H.I.; ARIESE, F.; FERNANDES, R.; JANS, M.M.E.; KARS, H. Testing an alternative high-throughput tool for investigating bone diagenesis: FTIR in attenuated total reflection (ATR) mode. *Archaeometry*, v. 55, n. 3, Oxford, p. 507-532, 2012.
- KENNAN, Sarah. From bone to fossil: A review of the diagenesis of bioapatite. *American Mineralogist* 101, p. 1943-1951, 2016.
- KOCH, Paul; TUROSS, Noreen; FOGEL, Marilyn. The Effects of Sample Treatment and Diagenesis on the Isotopic Integrity of Carbonate in Biogenic Hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, v. 24, p. 417-429, 1997.
- LAGE, Maria; FABRIS, José; MORAES, Beneilde, CAVALCANTE, Luis. Análise Química de Sedimentos como indicador de ocupação humana pré-histórica no Parque Nacional Serra da Capivara. *Clio Arqueológica*, v. 20, Recife, p. 103-122, 2006.
- LAGE, Maria; CAVALCANTE, Luis; SANTOS, Juvandi. Estudo Químico de sedimentos arqueológicos do Parque Nacional Serra da Capivara. *FUMDHAMentos*, v. 6, São Raimundo Nonato, p. 106-114, 2007.
- MACEDO, Helder. Pesquisas arqueológicas realizadas em Carnaúba dos Dantas, sertão do Seridó: um balanço. *Semana de Humanidades* 17, Natal, p. 1-39, 2009.
- MAFRA, Fábio; MARTIN, Gabriela; NOGUEIRA, Mônica. Intervenções arqueológicas em sítios a céu aberto na Área Arqueológica do Seridó: os sítios Meggers I e Meggers III – Parelhas – RN, BRASIL. *Clio Arqueológica*, v. 30, n. 1, Recife, p. 10-37, 2015.
- MARTIN, Gabriela. O Cemitério Pré-Histórico “Pedra do Alexandre” em Carnaúba dos Dantas, RN. *Clio Arqueológica*, v. 11, Recife, p. 43-57, 1995/1996.
- MARTIN, Gabriela. Fronteiras estilísticas e culturais na Arte Rupestre do Seridó RN. *Clio Arqueológica*, v. 15, n. 1, Recife, p. 11-32, 2003.
- MARTIN, Gabriela. *Pré-História do Nordeste do Brasil*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008.
- MARTIN, Gabriela; BORGES, Fábio; SENA, Vivian; SALDANHA, Rafael; ALMEIDA, Marcellus; NOGUEIRA, Mônica; BARBOSA, Caio. Levantamento arqueológico da área arqueológica do Seridó – Rio Grande do Norte – Brasil: Nota Prévia. *Clio Arqueológica*, v. 23, n. 2, Recife, p. 1-18, 2008.
- MAYS, Simon. *The archaeology of human bones*. London: Routledge, 1988.
- MUTZENBERG, DEMÉTRIO. *Gênese e ocupação pré-histórica do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre: uma abordagem a partir da caracterização paleoambiental do Vale do Rio Carnaúba-RN*. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- PATE, F.D.; HUTTON, John. The use of soil chemistry data to address post-mortem diagenesis in bone mineral. *Journal of Archeological Science*, v. 15, n. 6, p. 729-739, 1988.

- PATE, F.D.; HUTTON, John; NORRISH, Keith. Ionic exchange between soil solution and bone: toward a predictive model. *Applied Geochemistry*, n. 4, v. 3, Great Britain, p. 303-316, 1989.
- PIGA, Giampaolo; THOMPSON, Tim; MALGOSA, Assumpció; ENZO, Stefano. The Potential of X-Ray Diffraction in the Analysis of Burned Remains from Forensic Contexts. *Journal of Forensic Science*, v. 54, n. 3, p. 534-539, 2009.
- PRUVOST, Mélanie; SCHWARZ, Reinhard; CORREIA, Virginia; CHAMPLOT, Sophie; BRAGUIER, Séverine; MOREL, Nicolas; FERNANDEZ-JALVO, Yolanda; GRANGE, Thierry; GEIGL, Eva-Maria. Freshly excavated fossil bones are best for amplification of ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 104, n. 3, Washington, p. 739-744, 2007.
- QUEIROZ, Albérico. Fauna de vertebrados do sítio arqueológico Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas, RN, Brasil: Uma abordagem zooarqueológica e tafonômica. *Clio Arqueológica*, v. 15, Recife, p. 267-282, 2002.
- QUEIROZ, Albérico; CARDOSO, Glória. Nota Prévia Sobre a Fauna Holocênica de Vertebrados do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas-RN, Brasil. *Clio Arqueológica*, v. 11, Recife, p. 137-140, 1995/1996.
- REICHE, I.; VIGNAUD, C.; MENU, M. The crystallinity of ancient bone and dentine: new insights by transmission electron microscopy. *Archaeometry*, v. 44, n. 3, Oxford, p. 447-459, 2002.
- ROBERTS, S.J.; SMITH, Colin; MILLARD, Andrew; COLLINS, Matthew. The taphonomy of cooked bone: characterising boiling and its physico-chemical effects. *Archaeometry*, v. 44, n. 3, Oxford, p. 485-494, 2002.
- ROGERS, Keith; BECKETT, Sophie; KUHN, Samira; CHAMBERLAIN, Andrew; CLEMENT, John. Contrasting the crystallinity indicators of heated and diagenetically altered bone mineral. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 296, n. 1-2, p. 125-129, 2010.
- SHAHACK-GROSS, Ruth; MARSHALL, Fiona; WEINER, Steve. Geo-Ethnoarchaeology of Pastoral Sites: The Identification of Livestock Enclosures in Abandoned Maasai Settlements. *Journal of Archaeological Science*, v. 30, n. 4, p. 439-459, 2003.
- SHAHACK-GROSS, Ruth; BERNA, Francesco; KARKANAS, Panagiotis; WEINER, Steve. Bat guano and preservation of archaeological remains in cave sites. *Journal of Archaeological Science*, v. 31, n. 9, p. 1259-1272, 2004.
- SMITH, Colin; CRAIG, O.E.; PRIGODICH, Richard; NIELSEN-MARSH, Christina; JANS, M.M.E.; VERMEER, C.; COLLINS, Matthew. Diagenesis and survival of osteocalcin in archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, v. 32, n. 1, p. 105-113, 2005.
- STATHOPOULOU, Elizabeth; PSYCHARIS, Vassilis; CHRYSSIKOS, Georgios; GIONIS, Vassilis; THEODOROU, George. Bone diagenesis: New data from infrared spectroscopy and X-ray diffraction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 266, n. 3-4, p. 168-174, 2008.
- STINER, Mary; KUHN, Steven; WEINER, Stephen; BAR-YOSEF, Ofer. Differential burning, recrystallization, and fragmentation of archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, v. 22, n. 2, p. 223-237, 1995.
- SUI, Tan; SANDHOLZER, Michael; BAIMPAS, Nikolaos; LANDINI, Gabriel; WALMSLEY, A.D.; LUMLEY, Philip; KORSUNSKY, Alexander. Ultrastructural Changes in Burnt Dental Tissue Revealed by Synchrotron X-ray Scattering. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2013*, v. 2, Hong Kong, p. 775-779, 2013.
- SUROVELL, Todd; STINER, Mary. Standardizing Infra-red Measures of Bone Mineral Crystallinity: an Experimental Approach. *Journal of Archaeological Science*, v. 28, p. 633-642, 2001.

- SZOSTEK, Krzysztof. Chemical signals and reconstruction of life strategies from ancient human bones and teeth – problems and perspectives. *Anthropological Review*, v. 72, p. 3-30, 2009.
- THOMPSON, T.J.U.; GAUTHIER, Marie; ISLAM, Meez. The application of a new method of Fourier Transform Infrared Spectroscopy to the analysis of burned bone. *Journal of Archaeological Science*, v. 36, n. 3, p. 910-914, 2009.
- TORRES, Ana. Estudo dos Pigmentos do Sítio Pré-Histórico Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas, RN. *Clio Arqueológica*, v. 11, Recife, p. 61-70, 1995/1996.
- USDA Natural Resources Conservation Service. *Soil Quality Information Sheet – Soil Quality Indicators: pH*. Washington: USDA Natural Resources Conservation Service, 1998.
- WEINER, Stephen. *Microarchaeology: beyond the visible archaeological record*. Cambridge: Cambridge Press, 2010.
- WEINER, Stephen; BAR-YOSEF, Ofer. States of preservation of bones from prehistoric sites in the Near East: a survey. *Journal of Archaeological Science*, v. 17, p. 187–196, 1990.
- ZAZZO, Antoine; SALIÈGE, Jean-François. Radiocarbon dating of biological apatites: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 310, p. 52-61, 2011.
- ZAZZO, Antoine; SALIÈGE, Jean-François; LEBON, Matthieu; LEPETZ, Sébastien; MOREAU, Christophe. Radiocarbon dating of calcined bones: insights from combustion experiments under natural conditions. *Radiocarbon*, v. 54, n. 3-4, Tucson, p. 855-866, 2012.

Recebido em: 20/01/2018

Aprovado em: 10/04/2018

Publicado em: 30/11/2018

ESTUDO DA MOBILIDADE LOGÍSTICA A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CERÂMICA DO “SÍTIO CAPIM” EM ARARIPINA, PERNAMBUCO, BRASIL

STUDY OF LOGISTIC MOBILITY FROM THE CHEMICAL CHARACTERIZATION OF “CAPIM SITE” CERAMICS IN ARARIPINA, PERNAMBUCO, BRAZIL

Casimiro Sepulveda Munita Patrícia
Ramos Carvalho Claudia Alves de
Oliveira Alencar de Miranda Amaral
Henry Socrates Lavalle Sullasi

Como citar este artigo:

MUNITA, Casimiro Sepulveda; CARVALHO, Patrícia Ramos; OLIVEIRA, Claudia Alves de; AMARAL, Alencar de Miranda; SULLASI, Henry Lavalle. Estudo da mobilidade logística a partir da caracterização química da cerâmica do “Sítio Capim” em Araripina, Pernambuco, Brasil. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 179-190, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Estudo da mobilidade logística a partir da caracterização química da cerâmica do “Sítio Capim” em Araripina, Pernambuco, Brasil

Casimiro Sepulveda Munita^a

Patrícia Ramos Carvalho^a

Claudia Alves de Oliveira^b

Alencar de Miranda Amaral^c

Henry Socrates Lavalle Sullasi^b

Resumo: Neste trabalho de cunho interdisciplinar foi utilizado método de análise por ativação com nêutrons instrumental (INAA) com o objetivo de determinar a composição química elementar de 57 fragmentos de cerâmica proveniente de cinco manchas do sítio arqueológico “Sítio Capim”, no estado de Pernambuco, no Brasil. O conjunto de dados foi analisado por meio de análise de cluster e análise discriminante para a definição de grupos químicos. Os resultados mostraram três grupos químicos distintos, as diferenças podem ser entendidas em termos de mobilidade desses grupos humanos devido à disponibilidade de matérias-primas.

Abstract: In this interdisciplinary work, was applied the instrumental neutron activation analysis (INAA) technique to determine the elementary chemical composition of 57 ceramic fragments from five areas of concentration from the archaeological site “Sítio do Capim” in Pernambuco state, in Brazil. The data set was analyzed by cluster and discriminant analysis for defining chemical groups. The results showed three distinct chemical groups and the differences can be understood in terms the mobility these human groups due the availability of raw materials.

Palavras Chave:

Tupiguarani; Cerâmica Arqueológica; Sítio Capim; INAA; Análise Estatística Multivariada.

Keywords:

Tupiguarani; Archaeological Pottery; Capim Site; INAA; Multivariate Statistical Analysis.

^a Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, Brasil. Email: camunita@yahoo.com

^b Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brasil.

^c Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Piauí, Brasil.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os estudos arqueológicos na região do Araripe evidenciaram a presença de grupos humanos pré-históricos identificados com a tradição cultural Tupiguarani (ALBUQUERQUE & LUCENA, 1991; OLIVEIRA, 2000; SENA, 2007; AMARAL, 2015; SALES, 2015; NASCIMENTO, 1991; NOELLI, 1996), caracterizada, principalmente, por cerâmica com traços policrômicos sobre fundo engobado (PROUS, 1992). Os estudos buscaram explicar a grande abrangência espaço-temporal da cerâmica Tupiguarani nas diversas regiões brasileiras que, a partir de dados arqueológicos, linguísticos e etnográficos, vêm discutindo padrões de ocupação, adaptação, tecnologias, bem como a origem e expansão do tronco linguístico Tupi.

Na década de oitenta a existência desses grupos no semiárido Nordeste provocou dúvidas e críticas, pois não obedeciam a um padrão “rígido” de assentamento ou geoambiental (MARANCA & MEGGERS, 1980; ALBUQUERQUE & LUCENA, 1991).

Recentes pesquisas dedicaram-se a compreender seu padrão de assentamento (SENA, 2007), tecnologia lítica (NETO, 2008), cerâmica (OLIVEIRA et al, 2007; SALES, 2015; AMARAL, 2015) e discutir seus padrões de mobilidade (AMARAL, 2015). Dentro desse contexto, este trabalho apresenta os resultados preliminares da análise quantitativa de 57 amostras de fragmentos cerâmicos do “Sítio Capim”, localizado no município de Araripina, Pernambuco, através de análise por ativação com nêutrons, com o objetivo de identificar as fontes de matérias-primas utilizadas por esses grupos na região.

ÁREA DE ESTUDO

Características ambientais

Os sítios arqueológicos relacionados à cultura Tupiguarana Chapada do Araripe estão localizados em duas unidades fisiográficas com características diferentes: nos domínios da Depressão Sertaneja e na área da Chapada.

A Depressão Sertaneja, onde está localizado o “Sítio Capim”, é popularmente designada como sertão, com relevo suavemente ondulado e cotas altimétricas variando de 350 m a 500m. Apresenta heterogeneidade geomorfológica e litológica decorrente da presença de rochas cristalinas e sedimentares como arenitos, siltitos, folhetos e conglomerados com afloramento de quartzo e granito (SENA, 2007). O solo é do tipo aluvial, podzólicos amarelo e vermelho-amarelo, planossolos e regossolos com predomínio das caatingas hipoxerófila e hiperxerófila (TONIOLO, 2005; EMBRAPA 2000).

A Chapada é formada por plataformas sedimentares com feição tabular de superfície horizontal a sub-horizontal, com gradiente topográfico variando de 960 m na parte oriental (município de Jardim, CE) a 760 m na parte ocidental (Araripina, PE). Está formada por plataformas sedimentares referidas ao Cretáceo e Siluriano-Devoniano Inferior, apresentando configuração predominantemente plana com partes suavemente onduladas (ASSINE, 1990).

Apesar de imperar a deficiência hídrica tanto na Depressão Sertaneja quanto na Chapada, a grande maioria dos cursos de água percorrem a depressão Sertaneja, fato que deve ter beneficiado na vida dos grupos pretéritos que habitaram nessa área. A área da Depressão Sertaneja tem mais diversidade de tipos de solo e solos mais férteis, mas ambas as áreas apresentam classes de solos adequados ao cultivo agrícola.

O "Sítio Capim"

Trata-se de um sítio lito-cerâmico, unicomponencial, a céu aberto, inserido na área da Depressão Sertaneja e localizado em decorrência das pesquisas desenvolvidas no âmbito do projeto "Cultivadores pré-históricos do semiárido nordestino", na década de 1980. As descrições deste período a respeito do contexto arqueológico do sítio informaram sobre o predomínio da deposição dos artefatos arqueológicos em superfície, sendo possível, contudo, identificar seis áreas com concentração de material lítico polido, fragmentos cerâmicos e alterações edáficas, ou seja, solos antropogênicos possivelmente correlacionados a "manchas de ocupação".

Os artefatos arqueológicos associados às manchas húmicas foram coletados e registrados pela equipe do Laboratório de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco UFPE, levando em consideração sua distribuição espacial. Deste modo, cada uma das manchas recebeu um número de identificação, que também serviu como base para o registro individual das peças coletadas em cada área. Cabe destacar que no presente trabalho abordaremos apenas o material cerâmico de cinco áreas, devido ao quantitativo de amostras nas áreas. (Figura 1).

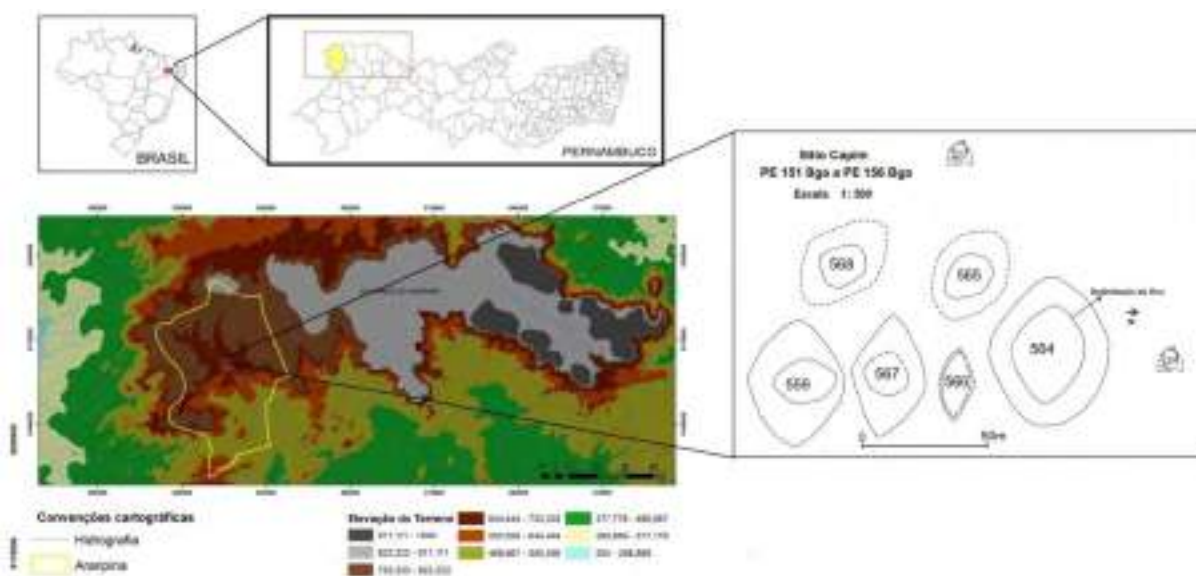


Figura 1. Distribuição espacial das manchas no "Sítio Capim".

Coleta das amostras

As amostras usadas no trabalho são provenientes da coleção de cerâmicas do sítio Capim, que atualmente se encontra sob a guarda do Laboratório de Arqueologia da UFPE. Esta coleção possui mais de 10 mil fragmentos advindos de coletas sistemáticas de superfície realizadas no sítio durante a década de 1980. Com o intuito de superar os problemas causados pelo alto índice de fragmentação da coleção supracitada, optamos por selecionar apenas fragmentos de borda que permitiam a reconstituição hipotética dos vasilhames cerâmicos. Nosso objetivo foi que cada fragmento analisado representasse um único vasilhame; deste modo, foram selecionados 12 fragmentos de borda da mancha 564; 15 fragmentos de borda da mancha 565; 12 fragmentos de borda da mancha 566; 8 fragmentos de borda da mancha 567; e 10 fragmentos de borda da mancha 568. Totalizando 57 vasilhames diferentes.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E METODOLOGIA

Método de análise por ativação com nêutrons instrumental

O método de análise por ativação com nêutrons instrumental ou “Instrumental Neutron Activation Analise” INAA, consiste em submeter as amostras a serem analisadas em um fluxo de partículas ativadoras, os nêutrons.

Quando um nêutron interage com um núcleo alvo, um núcleo composto é formado em um estado excitado. O núcleo composto quase imediatamente irá de-excitar para uma configuração mais estável através da emissão de um ou mais raios gama prontos característicos, com taxa de decaimento governada pela meia-vida ($t_{1/2}$) própria do radioisótopo (GLASCOCK, NEFF & VAUGHN, 2004).

O método de INAA depende da medida dos raios gama para a determinação qualitativa e quantitativa dos elementos presentes nas amostras. A interpretação do espectro é feita por meio de *softwares* específicos, que localizam os picos dos raios gama, determinam sua energia e calculam a área, que é proporcional à atividade induzida.

Equipamento

As mensurações de atividade dos raios gama foram realizadas utilizando-se um detector de Ge hiperpuro da Canberra, com resolução de 1,90 keV no pico de 1332 keV do ^{60}Co , uma placa S-100 MCA da Canberra com 8192 canais e eletrônica associada. Os espectros de raios gama e as concentrações elementares foram obtidos usando o programa Genie-2000 NAA Processing Procedure, desenvolvido pela Canberra (MUNITA, 2004).

Preparação das amostras

Os fragmentos cerâmicos foram, inicialmente, lavados com água Milli-Q, removendo-se a superfície externa com uma escova de cerdas finas. Em seguida, foram colocados em estufa, a 104°C, por 2 horas. A seguir, a superfície externa da cerâmica foi eliminada com lima rotativa de carbeto de tungstênio, adaptada a uma furadeira com velocidade variável, a fim de se evitar qualquer contaminação. Cerca de 500 mg de amostra, na forma de pó, foram obtidos fazendo-se pequenos orifícios na parte interna do fragmento, evitando-se que a broca atravessasse suas paredes. Esse pó, então, foi seco em estufa a 104°C por 24 horas e armazenado em dessecador (HAZENFRATZ et al, 2012).

Procedimento analítico

Para análise, aproximadamente 100 mg de cada amostra de cerâmica foram pesadas em invólucros de polietileno, seladas e envoltas em papel alumínio. Uma série de seis amostras, juntamente com 100 mg dos materiais de referência, o *Constituent Elements in Coal Fly Ash– Standard Reference Material* (NIST - SRM 1633b), utilizado como padrão, e o *Trace Elements in Soil* (IAEA Soil-7) utilizado como amostra durante todo o processo analítico para o controle de qualidade, foram irradiadas por oito horas no Reator IEA – R1 do IPEN – CNEN/SP, sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de $10^{12} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Foram realizadas duas mensurações, sendo determinados, após sete dias de decaimento, K, Lu, Na, Sm e Yb e após 25-30 dias de decaimento, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, Rb, Sc, Ta, Tb e Th (MUNITA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o propósito de estudar o controle de qualidade do método analítico, foram realizadas dezoito análises para determinação das frações de massa de Na, K, As, Sm, Yb, Lu, Sc, Cr, Fe, Co, Rb, Cs, Eu, Tb, Hf, Ta e Th, do material de referência IAEA Soil-7, conforme a Tabela 1. Nesse conjunto de dados foi realizada a verificação da hipótese de homogeneidade de observações utilizando o critério do r_{\max} e r_{\min} , definido pela expressão (NALIMOV, 1963):

$$r_i = \frac{|x_i - \bar{x}|}{s \sqrt{\frac{n-1}{n}}}$$

Onde x_i é x_{\max} (os valores de x_i máximo) ou x_{\min} (os valores de x_i mínimo) no conjunto. Esse critério foi aplicado a cada conjunto de resultados obtidos por uma mesma medida. Os valores de r_{\max} e r_{\min} experimentais foram comparados com os valores tabelados para um nível de significância de 0,05 e com n-2 grau de liberdade.

A Tabela 1 (em anexo) mostra que para a maioria dos elementos estudados os resultados estão próximos do valor certificado e o valor encontrado por dois outros autores da literatura (BOUNOUIRA, 2008; HAMIDATOU, 2012).

Para as análises multivariadas em estudos de cerâmicas arqueológicas, nos quais o foco é a discriminação das amostras em grupos de composição química similar, a precisão é crítica, pois elementos que são determinados com baixo nível de precisão podem influenciar significativamente na interpretação dos resultados.

Dessa forma, para minimizar possíveis interferências analíticas, um critério utilizado é o de selecionar, como adequados para análises estatísticas multivariadas, aqueles elementos químicos cujo desvio padrão relativo não ultrapasse 10%, para o material de referência utilizado no controle de qualidade (IAEA, 2003; MUNITA et al, 2004).

Pela Tabela 1, pode-se observar que a precisão (representada pelo desvio padrão relativo) para a maioria dos elementos estudados é $\leq 10\%$. Apenas os elementos Lu, Rb, Tb e Ta apresentam precisão $> 10\%$. Assim sendo, esses elementos foram eliminados da base de dados. Embora o Co tenha apresentado uma precisão menor que 10%, foi eliminado da base de dados porque existem evidências de contaminação pela broca de tungstênio utilizada durante a preparação da amostra (ATTAS et al, 1984).

Portanto, selecionaram-se os elementos Na, K, Sm, Yb, Sc, Cr, Fe, Cs, Eu, Hf e Th como variáveis das 57 amostras de cerâmica, cujos valores da média, desvio padrão, máximos e mínimos, para cada mancha, estão presentes na Tabela 2.

Inicialmente, as frações de massa foram transformadas em \log_{10} , com o intuito de prevenir a atribuição de pesos excessivos a elementos químicos que estejam presentes em altas frações de massa em relação aos elementos presentes em nível traço.

Posteriormente, a análise de Cluster e a análise Discriminante foram utilizadas com o intuito de avaliar similaridades entre o conjunto de amostras. A análise de Cluster é uma técnica estatística multivariada utilizada para produzir padrões de comportamento em resultados experimentais por meio da formação de grupos homogêneos de amostras (HAIR et al, 2006). Nesse trabalho, o programa estatístico R foi utilizado para executar a análise de Cluster como uma classificação preliminar dos resultados, adotando-se como critério de parença a distância euclidiana quadrática e como algoritmo de agrupamento o método de *Ward*, gerando, assim, dendrograma da Figura 2.

Tabela 2. Média, desvio padrão, máximo e mínimo para cada mancha do Sítio Capim, em µg/g a não ser indicado.

		Na, mg/g	K, mg/g	Sm	Yb	Sc	Cr	Fe, mg/g	Cs	Eu	Hf	Th
Mancha 564	Média	5,04	17,48	12,4	4,4	13,3	77,9	35,98	3,7	2,3	7,91	17,8
	DP	5,09	4,46	4,03	0,9	1,45	29	6,44	1,1	0,6	1,49	7,29
	Mínimo	0,74	10,51	4,71	2,3	10,9	26,5	29,1	1,8	1,2	5,86	8,62
	Máximo	15,72	25,62	18,9	5,5	14,9		52,91	5,6	3,6	11,2	31,5
Mancha 565	Média	2,73	13,62	17	4,2	14,1	89,4	35,13	4	2,4	8,83	22,1
	DP	2,19	5,7	11,1	1,5	3,72	20,3	4,93	1,2	0,6	1,91	7,43
	Mínimo	0,37	2,36	1,96	1,1	10,4	62,9	28,21	2,6	1,5	6,3	11,9
	Máximo	8,99	21,04	39,9	5,5	24		45,06	6,1	3,4	11,4	33,4
Mancha 566	Média	2,22	13,35	10,1	3,7	14	94,6	36,06	4,5	2,2	7,49	18,7
	DP	1,74	5,27	4,34	1,5	1,97	11,9	5,13	0,9	0,4	1,12	3,58
	Mínimo	0,44	3,44	2,59	1	9,98	68,8	24,01	3,5	1,6	5,95	13,1
	Máximo	6	20,97	18,6	5,7	16,1		42,81	6,5	3,1	9,19	26,7
Mancha 567	Média	2,77	15,78	12,6	4,2	12,9	77,9	33,65	4,2	2,2	9,15	24,8
	DP	1,63	6,32	6,11	1,4	2,32	24,5	6,82	1,1	0,6	1,8	9,51
	Mínimo	0,41	3,63	2,19	1,2	9,46	46,9	21,24	2,1	1,5	7,09	16,3
	Máximo	5,87	28,91	26,1	5,8	16,9		43,17	6	3,9	12,6	44,8
Mancha 568	Média	8,67	17,39	9,97	3,7	13,2		42,75	3	2,4	8,82	13,4
	DP	5,96	3,63	5,38	1	1,62		8,84	0,7	0,5	1,07	4,23
	Mínimo	1,39	11,88	5,41	2	10,7		27,09	1,7	1,8	7,11	8,75
	Máximo	14,85	22,3	19,5	4,9	15,5		55,89	3,8	3,3	10,2	20,1

De acordo com a Figura 2 é possível observar que as amostras foram agrupadas em três grupos de composição química similar.

Embora os dendogramas possam ser usados para uma rápida identificação dos grupos, não são apropriados como medida quantitativa capaz de diferenciá-los. A análise discriminante é um procedimento mais adequado (MUNITA, 2005).

A análise discriminante é uma técnica de discriminação populacional e/ou classificação de objetos em populações previamente definidas, que extrai um novo conjunto de variáveis, a partir das variáveis originais, maximizando as diferenças entre dois ou mais grupos, as chamadas *funções discriminantes canônicas* (GLASCOCK, 1992).

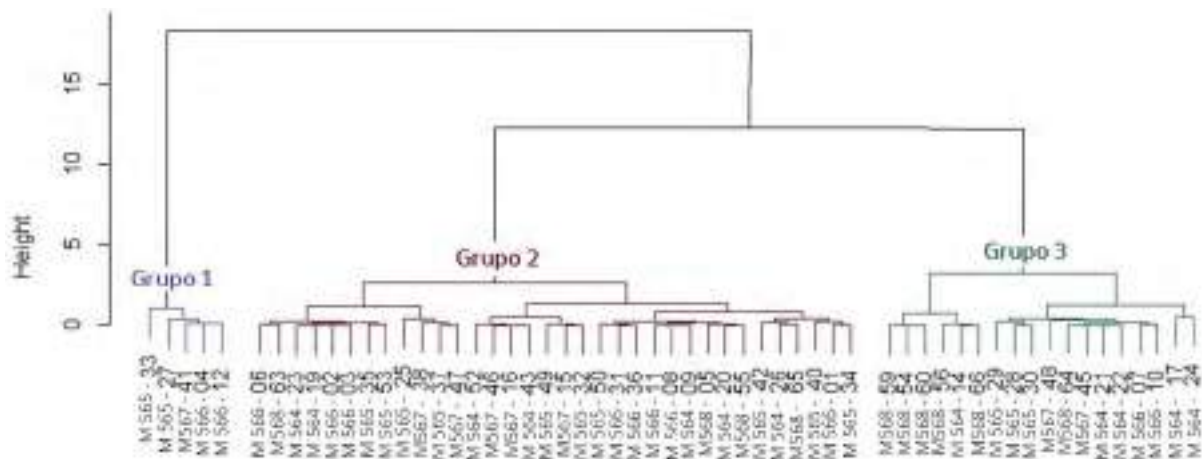


Figura 2. Dendrograma da matriz de dados utilizando distância Euclidiana quadrática e método de Ward.

Assim sendo, os resultados foram estudados por análise discriminante para confirmar a plausibilidade dos grupos definidos pela análise de Cluster. Para esse estudo utilizou-se o software Statistica da StatSoft, obtendo o gráfico da Figura 3.

Pode-se perceber que os grupos formados tanto na análise de Cluster quanto na análise discriminante, promovem uma ordenação de amostras que não segue um padrão rígido, no que se refere a segregação das manchas.

Uma hipótese para a formação desses três grupos de amostras com composição química distinta é que os vasilhames do Sítio Capim foram produzidos a partir de três depósitos de argila diferentes. Um cenário que é corroborado por diferentes pesquisas arqueológicas (SHEPPARD, 1985; RICE, 1987) e etnoarqueológicas (SILVA, 2000), que demonstram que as comunidades ceramistas tendem a explorar, simultaneamente, mais de uma fonte de matéria prima.

Deste modo, podemos inferir que os movimentos logísticos impetrados na busca por matéria prima para a manufatura dos vasilhames cerâmicos levou os antigos ocupantes do “Sítio Capim” a descobrirem e explorarem diferentes áreas do ambiente local. Além disso, os dados demonstram que a maior parte dos vasilhames foi produzida com argilas dos grupos 2 e 3, sugerindo que essas fontes eram o principal destino das oleiras que precisavam de matéria prima.

Também é importante destacar que vasilhames confeccionados com argilas dos grupos 2 e 3 foram encontrados nas cinco manchas analisadas. Se considerarmos que cada uma destas manchas está associada a uma área de habitação, temos dois possíveis cenários: caso haja contemporaneidade entre as manchas, podemos inferir que os diferentes grupos familiares que habitavam o sítio compartilhavam essas fontes de matéria prima, não havendo, portanto, uma predileção, ou restrição, social ao uso dos recursos. Por sua vez, caso não haja contemporaneidade entre as manchas, teríamos um indício de que as mesmas fontes de matéria prima foram exploradas ao longo do tempo, assim, independente do recorte cronológico, os deslocamentos para a captação de recursos estariam direcionados às mesmas áreas.

São poucos os objetos construídos com a argila do grupo 1, que têm sua presença limitada a três áreas do sítio (manchas 366, 367, 365). Infelizmente, os dados disponíveis até o momento não oferecem subsídios para compreendermos se este cenário foi provocado por fatores cronológicos ou culturais.

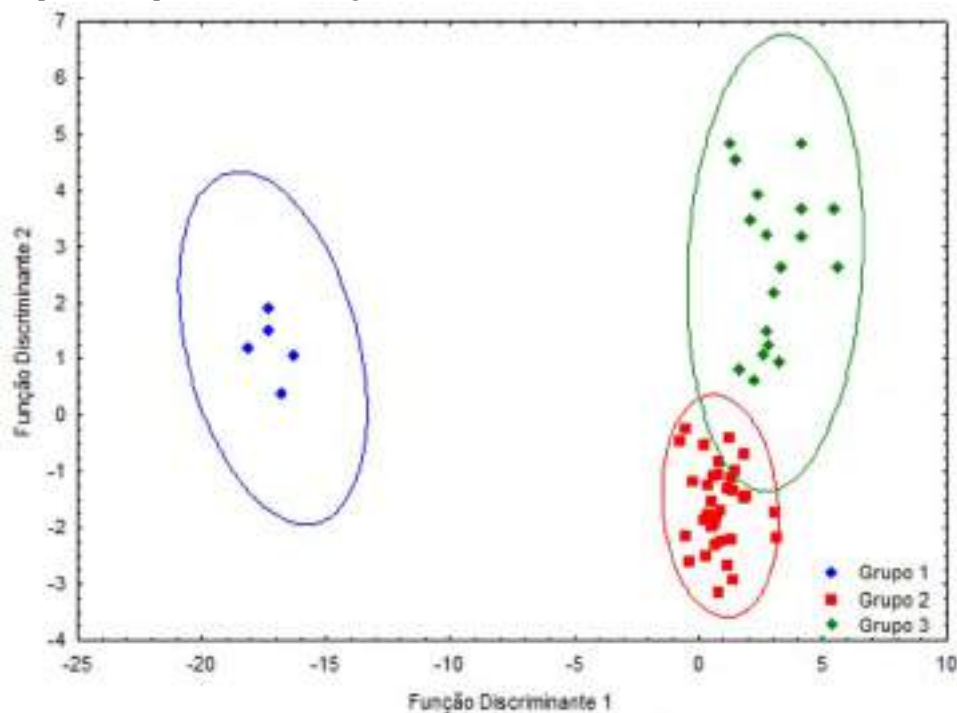


Figura 3. Análise discriminante dos grupos de cerâmicas do “Sítio Capim”.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram analisadas 57 amostras de fragmentos cerâmicos do Sítio Capim. As amostras foram analisadas por análise por ativação com nêutrons instrumental (INAA). Os resultados do estudo da precisão do método de INAA, com a análise das 18 amostras do material de referência IAEA Soil-7, permitiram concluir que este método apresentou boa precisão e exatidão para os elementos Na, K, Sm, Yb, Sc, Cr, Fe, Cs, Eu, Hf e Th.

Os resultados das análises das amostras de cerâmica foram submetidos a métodos estatísticos multivariados, como a análise de agrupamentos e discriminante, em que foi possível identificar a existência de três grupos composicionais distintos, ou seja, os resultados da composição química mostram que os fragmentos cerâmicos estudados foram manufacturados com três fontes de argila diferentes.

Portanto, os movimentos logísticos necessários à captação de recursos para produção dos vasilhames cerâmicos levou os antigos habitantes do sítio Capim a deslocarem-se a no mínimo três pontos de coleta. Além disso, é provável que a exploração destas fontes de matéria-prima não estivesse restrita a um único grupo familiar que co-habitava o mesmo espaço.

Embora a presença de solos com maior concentração de argila, e portanto aptos à produção cerâmica, estejam concentrados na área da Depressão Sertaneja, os resultados auferidos com as análises das amostras de cerâmica do sítio Capim demonstram o deslocamento das oleiras, que realizaram suas coletas em diferentes pontos da área. Portanto, apesar de disporem de uma fonte de matéria-prima próxima à aldeia (visto que o «Sítio Capim» se localiza a menos de 200m do Ribeirão São José) as oleiras não restringiram seu raio forrageiro a uma única fonte de matéria-prima.

Deste modo, os resultados aqui alcançados coadunam com os cenários desvelados pelos estudos etnoarqueológicos (SILVA, 2000), que demonstram que a proximidade e/ou a acessibilidade das fontes de matéria-prima não são os fatores preponderantes para determinar as estratégias de captação de recursos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Marcos; LUCENA, Veleda. Agricultura Tropical Pré-Histórica (um sistema de floresta úmida ou que integra o semi-árido?). *Ciência e Trópico*, v.19, 1, p: 7-33, 1991.
- AMARAL, Alencar Miranda “*Andanças*” Tupiguarani na Chapada do Araripe: análises das correlações entre mobilidade humana, tecnologia cerâmica e recursos ambientais. Tese (doutorado em Arqueologia), UFPE, Recife, 2015.
- ASSINE, Mario Luis. *Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe*. (Dissertação de Mestrado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1990.
- ATTAS, Michael; FOSSEY John; YAFFE, Leo. Corrections for drill-bit contamination in sampling ancient pottery for neutron activation analysis. *Archaeometry*, v. 26, 1, p: 104-107, 1984.
- BOUNOUIRA, Hamid; CHOUKRI, Abdelmajid; CHERKAOUI, Rajaa; GAUDRY, Andre; DELMAS, Robert; MARIET, Clarisse; HAKAM, Oum; CHAKIRI, Said. Multielement analytical procedure coupling INAA, ICP-MS and ICP-AES: Application to the determination of major and trace elements in sediment samples of the Bouregreg river (Morocco) *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 278, p: 65–79, 2008.
- CODEVASF. *Apoio técnico e institucional para o desenvolvimento do programa florestal da Chapada do Araripe em Pernambuco*. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2007.
- EMBRAPA Solos. Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco. *Boletim de Pesquisa*, v.11, 2000.
- GLASCOCK, Michael. *Characterization of Archaeological Ceramics at MURR by Neutron Activation Analysis and Multivariate Statistics*. In: *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*, edited by H. Neff, pp. 11-26, Pre-History Press, Madison, 1992.
- GLASCOCK, Michael ; NEFF, Hector; VAUGHN, Kevin. Instrumental neutron activation analysis and multivariate statistics for pottery provenance. *Hyperfine Interactions*, v. 154, 1, p: 95-105, 2004.
- HAIR, Joseph; ANDERSON, Ralph; TATHAM, Ronald; BLACK, William. *Multivariate Data Analysis*. 5 ed., New Jersey, Prentice Hall, 1998.
- HAMIDATOU, Lylia; DEKAR, Souad; BOUKARI, Samy. K0-NAA quality assessment in an Algerian laboratory by analysis of SMELs and four IAEA reference materials using Es-Salam research reactor. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, v. 682, p: 75-78, 2012.
- HAZENFRATZ, Roberto; MONGELÓ, Guilherme, MUNITA, Cassimiro; NEVES, Eduardo. Comparison of INAA elemental composition data between Lago Grande and Osvaldo archaeological sites in the central Amazon: a first perspective. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 291, 1, p: 43-48, 2012.
- IAEA-TRS416. *Nuclear Analytical Techniques in Archaeological Investigations*. Viena, 2003.
- MARANCA, Silvia; MEGGERS, Betty. Uma reconstituição de organização social baseada na distribuição de tipos de cerâmica num sítio habitação da tradição Tupiguarani. *Pesquisas*, v. 31, p: 227-247, 1980.
- MUNITA, Cassimiro; NASCIMENTO, Ana; SCHREIBER, S. B.; LUNA, Suely; OLIVEIRA, P. M. S. Chemical Study of Some Ceramics from Brazilian Northeast. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 259, 2, p: 305-309, 2004.
- MUNITA, Cassimiro. Contribuição da análise por ativação com nêutrons a estudos arqueométricos: Estudo de caso. *Canidê*, v. 6, p: 159-181, 2005.

- NALIMOV, Vasily. *The application of mathematical statist to chemistry analysis*. Oxford, Pergamon Press, 1963.
- NASCIMENTO, Ana. A Aldeia do Baião, Araripina - PE: um sítio pré-históricocerâmico no sertão pernambucano. *Revista Clio Arqueológica*, v.1, 7, p: 143-205, 1991.
- NETO, Waldimir Maia. *Tecnologia lítica dos grupos ceramistas da Chapada do Araripe: análise dos sítios arqueológicos do Município de Araripina, Pernambuco, Brasil*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- NOELLI, Francisco. As hipóteses sobre o centro de origem e rotas de expansão dos Tupi. *Revista de Antropologia*, v. 2, 39, p: 7-53, 1996.
- OLIVEIRA, Claudia. *Estilos tecnológicos da cerâmica pré-histórica no Sudeste do Piauí*. (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.
- OLIVEIRA, Claudia; BORGES, Lucila; CASTRO, Viviane; SENA, Vivian; NETO, Waldimir. *Os grupos pré-históricos ceramistas da Chapada do Araripe*. Relatório Final, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Diretoria de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2007.
- PROUS, Andre. *Arqueologia Brasileira*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1992.
- RICE, Prudence. *Pottery Analysis: a sourcebook*. Chicago: University of Chicago Press, 1987.
- SANTOS, Ana Claudia. *Os Grupos Pré Históricos Ceramistas da Chapada do Araripe: Estudo preliminar sobre formas de processamento e consumo de alimentos nos sítios Maracujá I e Valado*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2015.
- SENA, Vivian. *O Padrão de assentamento dos grupos ceramistas do Semi-árido do Nordeste, Araripina-PE*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- SHEPPARD, Anna. *Ceramics for the archaeologists*. Washington: Carnage Institution, 1985.
- SILVA, Fabiola Andrea. *As tecnologias e seus significados: um estudo da cerâmica dos Asurini do Xingu e da cestaria dos Kayapó-Xikrin sob uma perspectiva etnoarqueológica*. (Tese de Doutorado), Departamento de Antropologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- TONIOLO, Eliseu Rossato. *Atualização das informações sobre a cobertura florestal, uso e ocupação do solo e o perfil sócio-econômico dos produtores e usuários de produtos florestais na região do Araripe no Estado de Pernambuco, abrangendo um raio de 120 km a partir do município de Araripina-PE*. Relatório Parcial 5, GEOPHOTO, Fortaleza, 2005.

Recebido em: 20/01/2018

Aprovado em: 27/03/2018

Publicado em: 30/11/2018

ANEXOS

Tabela 1. Frações de massa para o de referência IAEA Soil-7.

Amostra	Na (mg/g)	K (mg/g)	Sm (ug/g)	Yb (ug/g)	Lu (ug/g)	Sc (ug/g)	Cr (ug/g)	Fe (mg/g)	Co (ug/g)	Rb (ug/g)	Cs (ug/g)	Eu (ug/g)	Tb (ug/g)	Hf (ug/g)	Ta (ug/g)	Th (ug/g)
1	2,37	11,48	5,80	2,15	0,42	8,52	68,01	24,77	8,83	53,33	5,23	1,01	0,95	5,00	0,98	8,15
2	2,34	13,56	-----	2,38	0,38	8,42	61,43	26,20	8,43	-----	5,90	1,11	0,69	5,15	-----	7,65
3	-----	14,79	-----	-----	-----	8,81	72,23	26,45	9,36	43,81	5,22	1,05	0,80	5,19	0,67	8,60
4	2,27	13,58	-----	2,25	0,40	8,42	67,27	24,34	8,68	43,20	6,06	1,13	-----	4,45	0,72	7,40
5	2,29	11,81	5,48	2,15	0,42	8,60	71,08	25,87	8,85	46,68	5,40	0,99	0,71	5,20	0,89	8,47
6	2,38	-----	5,56	2,05	0,46	8,38	78,46	25,67	9,06	49,78	-----	1,18	0,99	4,64	0,77	8,05
7	2,36	12,33	5,56	2,60	0,32	8,55	63,94	26,35	9,08	-----	5,30	0,98	-----	5,41	-----	7,82
8	2,36	11,92	5,29	1,93	0,43	8,80	72,24	26,33	9,32	62,56	-----	1,12	-----	4,84	-----	8,65
9	2,32	11,98	5,48	2,23	0,34	8,50	72,42	25,64	9,10	69,92	6,63	1,05	0,90	5,30	-----	7,76
10	2,33	12,19	5,40	2,31	0,44	8,58	69,40	25,80	9,16	-----	5,58	1,01	-----	-----	-----	7,89
11	2,41	12,84	5,68	-----	0,43	8,89	74,96	25,75	9,52	83,34	5,40	1,17	-----	4,73	1,09	8,37
12	2,39	12,57	5,38	2,35	0,39	8,96	71,88	26,65	8,84	59,58	6,11	1,01	0,68	4,31	0,74	8,42
13	2,30	12,96	5,59	2,19	0,33	8,46	64,10	25,92	8,49	72,61	5,58	1,03	0,83	4,89	0,72	8,55
14	2,26	12,39	5,28	2,28	0,36	8,34	64,36	24,70	8,29	49,00	5,32	1,02	0,77	5,43	0,65	7,55
15	2,40	13,20	5,58	2,22	0,34	8,83	71,75	-----	8,87	61,39	6,13	1,12	0,78	4,90	0,76	8,55
16	-----	15,00	-----	2,49	0,39	-----	76,62	-----	9,91	53,98	6,09	1,11	0,85	5,77	0,69	8,99
17	2,40	-----	5,37	2,28	0,37	8,38	64,12	25,10	9,54	33,97	6,21	0,90	0,95	5,24	1,06	8,26
18	2,30	12,10	5,31	2,45	0,36	8,44	68,02	25,90	9,43	50,99	5,70	1,01	0,58	5,35	0,66	8,54
Média ± DP	2,34±0,05	12,79±1,02	5,48±0,15	2,27±0,17	0,39±0,04	8,58±0,20	69,57±4,77	25,71±0,67	9,04±0,43	55,61±12,84	5,74±0,43	1,06±0,07	0,81±0,12	5,05±0,38	0,80±0,15	8,20±0,44
CV (%)	2,12	7,98	2,81	7,34	10,72	2,33	6,86	2,60	4,72	23,09	7,44	6,96	15,09	7,53	19,16	5,39
Valor Certificado¹	2,40*	12,10*	5,10±0,35	2,40±0,36	0,30*	8,30±0,12	60,00±12,60	25,70*	8,90±0,85	51,00±4,49	5,40±0,70	1,00±0,20	0,60±0,20	5,10±0,35	0,80±0,20	8,20±1,07
(HAMIDATOU, 2012)	2,5±0,01	12,20±0,07	-----	2,46±0,10	-----	-----	61,00±2,40	25,30±0,80	8,40±0,30	51,30±2,90	5,40±0,33	1,00±0,10	0,60±0,03	5,20±0,40	0,73±0,08	8,20±0,30
(BOUNOUIRA, 2008)	2,3±0,01	12,00±0,12	4,60±0,20	2,30±0,20	0,30 ± 0,02	8,50±0,30	69,00±3,00	26,00±1,00	8,50±0,30	53,00±4,00	5,40±0,20	0,90±0,06	0,60±0,07	4,90±0,30	0,80±0,10	8,10±0,40

DP = Desvio Padrão

CV (%) = Coeficiente de variação em porcentagem

*Desvio padrão não disponível

**ESTUDOS DE PIGMENTOS, PASTAS E VESTÍGIOS QUÍMICOS DE CERÂMICA
TUPÍ DO SÍTIO GRAMADO (BROTAS, SÃO PAULO - BRASIL)**

*STUDIES OF PIGMENTS, PASTES AND CHEMICAL VESTIGES ON THE TUPI
CERAMIC FROM GRAMADO ARCHAEOLOGICAL SITE (BROTAS, SÃO PAULO
STATE – BRAZIL)*

Marianne Sallum
Carlos Roberto Appoloni
Agustin Ortiz
Gregório Ceccantini
Marisa Coutinho Afonso

Como citar este artigo:

SALLUM, Marianne; APPOLONI, Carlos R; ORTIZ, Agustin; CECCANTINI, Gregório; AFONSO, Marisa C. Estudos de pigmentos, pastas e vestígios químicos de cerâmica Tupí do sítio Gramado (Brotas, São Paulo - Brasil). In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 191-218, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Estudo de pigmentos, pastas e vestígios químicos de cerâmica Tupí do sítio Gramado (Brotas, São Paulo - Brasil)*

Marianne Sallum^a

Carlos Roberto Appoloni^b

Agustin Ortiz^c

Gregório Ceccantini^d

Marisa Coutinho Afonso^e

Resumo: Este trabalho apresenta a análise arqueométrica da cerâmica Tupí do sítio arqueológico Gramado, no município de Brotas (Estado de São Paulo, Brasil), combinando análises elementais e análises de vestígios químicos. O objetivo foi analisar detalhes e processos tecnológicos das vasilhas que não são possíveis de detectar a olho nu, ou em observações de microscopia de luz, como composição dos pigmentos, pastas cerâmicas e vestígios químicos. As análises apontaram para três dados relevantes: i) pintura foi feita com corante ou pigmento mineral, principalmente óxido de ferro, óxido de manganês e silicato não identificado; ii) a pasta cerâmica era muito homogênea, com algumas variações na composição; iii) a variedade de componentes dos vestígios químicos e suas intensidades indicaram diferentes usos para as vasilhas, dependendo do tratamento de superfície, pintada ou plástica.

Abstract: This work presents an archaeometric analysis on Tupi people ceramics from Gramado archaeological site, at Brotas (São Paulo State, Brazil), comprising both elemental analysis and chemical vestige analysis. Our goal was to analyze technological processes about the pottery that are not possible to be detected by the naked eye nor light microscopy like composition of pigments, ceramic paste and chemical vestiges. The analysis showed three relevant results: i) painting was made with mineral stains or pigments, mainly iron oxide, manganese oxide and some unidentified silicate; ii) the ceramic paste was very homogenous, with few variation of its composition; iii) the variety of components of chemical vestiges and their intensities indicated several different uses for the ceramics depending on the surface treatments such as painting or textures.

Palavras Chave:

Arqueometria; Arqueologia Paulista; fluorescência de raios X.

Keywords:

Archaeometry, Archeology of São Paulo State, X-ray fluorescence.

* Projeto financiado parcialmente com bolsa pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo (FAPESP), Brasil.

a Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE/USP), Brasil. Pós-doutoranda em Arqueologia. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo (FAPESP), Brasil; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil. E-mail: marisallum@usp.br

b Universidade Estadual de Londrina (UEL), Brasil. Professor Associado C. do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

c Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Investigador.

d Universidade de São Paulo (USP), Brasil. (Instituto de Biociências). Professor Doutor. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

e Universidade de São Paulo (Museu de Arqueologia e Etnologia) (USP/MAE), Brasil. Professora Associada. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

INTRODUÇÃO

Povoamento da região e apresentação do sítio

Na década de 1990 os proprietários da fazenda Aparecida do Gramado, localizada no vale médio do rio Tietê, no município de Brotas, no Estado de São Paulo (Brasil), encontraram uma vasilha cerâmica com restos esqueléticos em seu interior e diversos fragmentos de cerâmica esparsos pelo terreno, durante a realização de trabalhos agrícolas na área. Por esse motivo, a Prefeitura Municipal de Brotas entrou em contato com o Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, que realizou trabalhos de prospecção e escavação arqueológica em 1994. Neste período, foram realizadas sondagens e escavações a partir das ocorrências de material em superfície e coletados poucos fragmentos líticos, alguns ossos humanos e de mamíferos, bem como pouco mais de 5000 fragmentos cerâmicos. As datações por termoluminescência (tabela 1) indicam tratar-se de um sítio colonial, porém a materialidade mostra pertencer a uma ocupação Tupí que iniciou no período pré-colonial, com exceção de alguns elementos decorativos associados à presença europeia, como os apliques de cordões de barro (Sallum, 2018). Além disso, a estratigrafia da superfície está perturbada, sendo difícil separar a ocupação pré-colonial da colonial.

Tabela 1. Datações por termoluminescência (FATEC) disponíveis para o Sítio Gramado, Brotas, SP.

Idade (anos AP)	Material	Referência
190 ± 20	Cerâmica	Afonso (2006)
400 ± 09	Cerâmica	Sallum (2011)

Na figura 1 temos um mapa com a presença dos “tupinaki” (sic.) e “tupinambá” em São Paulo.

A chegada dos colonizadores portugueses no litoral de São Paulo ocorreu já nos primeiros anos do século XVI. Mas a fundação oficial de um assentamento português foi em janeiro de 1532 (Monteiro, 1996). Apesar da presença europeia na região desde o século XVI, o ápice do período colonial em território brasileiro se dá, principalmente, com o estabelecimento dos aldeamentos religiosos e a institucionalização da exploração da mão de obra indígena. No entanto, o processo de colonização na região de Brotas ocorre de forma mais intensa somente no século XVIII, associado à chegada do colonizador português José Ribeiro da Silva Reis e o estabelecimento do aldeamento colonial “*Fazenda Velha*” às margens de um dos afluentes do rio Tietê – o rio Jacaré Pepira (IBGE, 2018).

A figura 2 exibe um mapa atual do Estado de São Paulo com a localização do município de Brotas (vale médio do rio Tietê).

Pesquisa de campo

As áreas selecionadas para escavação estavam próximas ao local onde a vasilha com os ossos humanos foi retirada. Foram estabelecidos sete pontos de sondagem ao redor da mesma com o objetivo de conhecer a profundidade da camada cultural e delimitar a área de interesse arqueológico. As sondagens atingiram uma profundidade aproximada de 80 cm cada e evidenciaram, principalmente, grande quantidade de fragmentos cerâmicos Tupí.



Figura 1. Detalhe do mapa Etno-histórico do Brasil e regiões adjacentes. Os retângulos vermelhos destacam os “tupinikí” e o retângulo azul a área “tupinambá” (Nimuendaju, 1981).



Figura 2. Mapa do Estado de São Paulo e localização do sítio Gramado no município de Brotas.

Na figura 3 temos a densidade de distribuição do material. É possível observar a presença de duas áreas de maior concentração.

A figura 4 mostra as quadras de escavação e o material sendo analisado no laboratório do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP).

Segundo o relato de cronistas do século XVI e a associação entre a materialidade do sítio Gramado com outros sítios arqueológicos do entorno, o conjunto cerâmico em questão está associado aos povos Tupinikín que viveram no litoral e parte do interior de São Paulo no período pré-colonial e início da colonização, como podemos observar na Fig. 1. Esse conjunto é formado por uma diversidade de tratamentos de superfície, como unglados, corrugados, estocados, digitados, pinturas policromas e banhos (figuras 5 e 6). Na figura 5 D temos a presença de banho vermelho na face externa que consiste na aplicação, antes da queima, de um revestimento fino e superficial de uma camada de argila muito aguada (La Salvia e

Brochado, 1989).

Na figura 5-A temos uma vasilha provavelmente usada para processar alimentos denominada *nhaempepó*¹. As *nhaempepós* eram comumente usadas tanto para o preparo do cauim como para os beijus ou mesmo no preparo da farinha *uiatán*. Posteriormente, as raízes secas eram colocadas na água para fermentar (Staden, 1557, 2007). O caldo produzido pelo cozimento era transferido para o interior de uma outra vasilha, denominada de *Camocim*. Assim, os pedaços mastigados eram cuspidos no caldo para então formar o conteúdo que deveria ser fermentado. Tal processo de fermentação ocorria por um período de dois a três dias (Brochado, 1991; Noelli e Brochado, 1998).

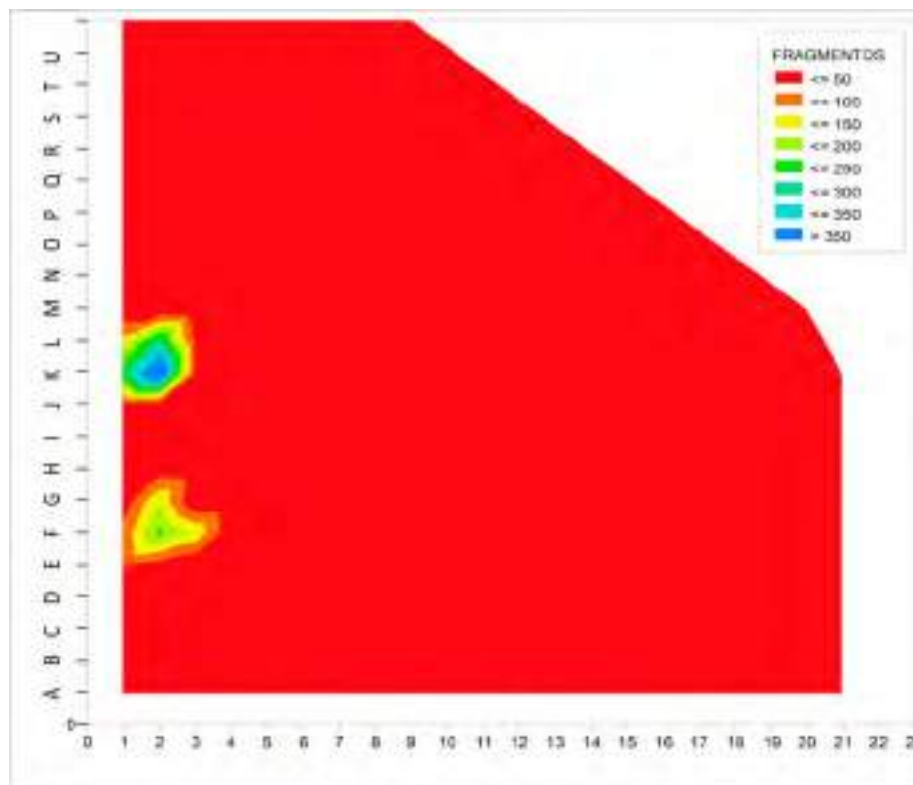


Figura 3. Diagrama de densidade de distribuição geral dos fragmentos cerâmicos, com interpolação de valores. Os valores indicam número de fragmentos e cores indicam intervalos de quantidades.

Na figura 5-B, C e D temos tigelas provavelmente usadas para servir alimento de forma coletiva, denominadas *nhaén*, que normalmente apresentam formas ovais, elípticas ou quadrangulares e possuem bordas reforçadas. A figura 5-B apresenta pintura policroma na face interna, bem como faixa vermelha logo abaixo do bojo – característica comum entre as vasilhas Tupinambá e Tupinikín.

A figura 6 mostra fragmentos com tratamento plástico. Na figura 6-E observa-se a borda reforçada com impressões unguulares.

Na figura 7 é possível observar a diversidade das vasilhas com tratamento plástico de superfície corrugada. A maioria delas possui diâmetro de boca mediano (30-40 cm) e grande (40-50 cm), sugerindo que tal tratamento era utilizado em vasilhas maiores, com exceção da figura 7-E que compreende uma borda com aplicações nodulares.

1 Entre parênteses em itálico são as denominações dos tipos de vasilhas baseadas nas etnotaxonomias documentadas no século XVI.



Figura 4. Imagens da escavação arqueológica de 1994. A, B e C, Vista geral do sítio Gramado; D, material sendo analisado em laboratório por Mônica Goulart. (Fotos do Acervo MAE-USP).



Figura 5. Diversidade de formas e tratamentos de superfície.

Análises de vestígios químicos

O princípio dos estudos com vestígios químicos na Arqueologia está centrado na ideia de que a maioria das ações humanas, tais como preparação de alimento e cozedura, produzem resíduos que são penetrados tanto no solo como nos artefatos arqueológicos. Parte desses resíduos, encontrados em forma de fluidos, pode se fixar nos poros dos materiais arqueológicos e, ao se aplicar reagentes químicos específicos, podem ser detectados mesmo muito tempo após terem sido utilizados (Barba e Lazos, 2000).

Os estudos com vestígios de fosfatos, por exemplo, remetem ao início do século XX, principalmente com pesquisas sobre solos, como é o caso de Arrhenius (1934) que identificou alto índice de fosfato no solo e, após análises feitas em laboratório, descobriu tratar-se de um antigo assentamento viking. Este fato despertou o interesse de arqueólogos e geógrafos que perceberam a importância dessa abordagem como forma de encontrar assentamentos humanos (Arrhenius, 1963; Mejía-Perez e Barba, 1988; Vinberg 1990).

Segundo Cañabate Guerrero e Sánchez Vizcaíno (1998), um dos primeiros trabalhos relevantes sobre o uso da análise química, especificamente com vasilhas cerâmicas, foi escrito por Von Stokarque, no qual se evidenciou a presença de azeite de linhaça em recipientes viking.



Figura 6-Diversidade de tratamentos plásticos de superfície nas cerâmicas do Sítio Gramado. A – Serrungulado; B – Roletado clássico com marcas de corrugado; C – Ungulado perpendicular; D – Ponteados e E – Borda reforçada com impressões angulares.

Na década de 1950, Feigl e Anger (1958) desenvolveram um método de análise chamado *spot-test*, que consistia em colocar em prática resultados qualitativos oferecidos por diferenças de cor que são obtidas ao aplicar um conjunto de reagentes sobre uma amostra. Posteriormente, se destacaram outros pesquisadores como Eidt (1977), Bakkevig (1980), Prosch-Danielsen e Simonsen (1988), Evershed *et al.* (1993), Cañabate e Sánchez Vizcaíno (1995), Alberto e Cañabate Guerrero (1998) e Ortiz Díaz (2010), que aprimoram diversas técnicas em vários outros países. Vinberg (1990), e mais recentemente Carter (2016), oferece bons apanhados dos trabalhos envolvendo uso de fosfatos para interpretações arqueológicas.

O uso de análises químicas incorporadas ao estudo de assentamentos da época pré-hispânica foi colocado em prática, inicialmente, no *Instituto de Investigaciones Antropológicas* (UNAM/México), tendo essa técnica de datação sido desenvolvida a partir das pesquisas empreendidas por Manzanilla, particularmente no Estado de Puebla, e Hirth, com seus estudos realizados em Morelos. Mas foram Barba e Bello (1978) quem de fato inovaram, combinando a análise de fosfato com outras modalidades de análise química, tais como enxofre, carbonatos, pH e também cores, a partir de pesquisas empreendidas em sítios arqueológicos localizados em Terremote (Distrito Federal) e também no Vale de Xochicalco. Concomitantemente,

diversos outros pesquisadores se dedicaram a combinar o grau de enriquecimento químico de diferentes tipos de solo à atividade humana, visando identificar e compreender características relevantes observadas em áreas dedicadas às mais diversas atividades cotidianas, a exemplo de locais relacionados ao armazenamento e consumo de alimentos, descanso ou ainda descarte, bem como atividades de caráter especificamente ritual, a exemplo do que pode ser visto nos trabalhos dedicados aos conjuntos residenciais Maia, em Cobá (Quintana Roo), a partir dos estudos realizados por Barba e Tovalín (1987), Manzanilla e Barba (1990), além de Teotihuacano de Oztoyohualco (Teotihuacan).

Assim, a identificação de vestígios químicos em artefatos cerâmicos pode contribuir no entendimento da função das vasilhas cerâmicas, proporcionando resultados que, uma vez combinados com os estudos físico-químicos, propiciam novas interpretações sobre a dieta e subsistência, bem como os processos de escolha de argilas e pigmentos, de povos do passado.

Particularmente no caso de estudos realizados no Brasil, destacam-se os trabalhos realizados por Amenomori (2005), dedicados à ocupação de grupos pescadores-coletores pré-históricos ao longo do litoral norte de São Paulo, e por Hansel *et al.* (2008), esse em especial debruçado sobre os lipídios identificados nas cerâmicas arqueológicas pertencentes ao sítio arqueológico de Rio do Meio, localizado na ilha de Santa Catarina, no município de Florianópolis/SC.



Figura 7 - Diversidade de tratamentos plásticos de superfície nas cerâmicas do Sítio Gramado. A – Corrugado clássico; B – Corrugado assimétrico; C – Corrugado perpendicular; D – Corrugado grosseiro; E – Nodulado aplicado; F – Corrugado perpendicular; G – Corrugado assimétrico; H – Corrugado perpendicular; I – Corrugado oblíquo

Fluorescência de Raios x

Diversamente às análises de vestígios químicos, que lidam com a presença de substâncias mais complexas (*i.e.* proteínas, lipídios), as análises por fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) nos permitem entender a composição química ao nível elementar apontando a presença de diferentes elementos químicos.

Tais análises têm sido amplamente utilizadas desde os anos de 1960 para detectar os elementos químicos utilizados em objetos de arte ao redor do mundo (Appoloni *et al.*, 1997 e Appoloni, 2013). Esse método foi escolhido, principalmente, por não destruir a amostra e permitir respostas sobre películas superficiais, como por exemplo, os tratamentos pintados.

Há uma vasta gama de possibilidades relativas às técnicas adotadas pela química analítica – considerando a utilização de princípios físicos de propriedades da matéria – aplicadas aos estudos de objetos de arte, bem como à conservação de objetos arqueológicos. Dentre essas alternativas podemos mencionar desde técnicas termo-eleto-acústicas até as possibilidades propriamente fundamentadas em técnicas atômicas e nucleares – as quais podem ser subdivididas em destrutivas, semidestrutivas e destrutivas –, comumente adotadas em casos onde faz-se necessária a identificação de diferentes tipos de materiais ou técnicas, além da conservação preventiva de objetos de arte. Alguns museus do mundo já vincularam laboratórios de Física aos seus espaços de pesquisa, havendo exemplos de experiências exitosas no *Musée du Louvre* de Paris e no *Metropolitan Museum of Art* de Nova York (Appoloni *et al.*, 2008).

A Física pode contribuir na compreensão e na reconstrução das múltiplas histórias relacionadas aos artefatos cerâmicos, bem como às pessoas que os produziram, a partir do entendimento das escolhas tecnológicas nas diversas etapas da confecção, ora na escolha da fonte de matéria-prima, ora no uso de pigmentos. Métodos físicos a exemplo da fluorescência de raios X por dispersão em energia (EDXRF), assim como a transmissão de raios gama (γ), permitem identificar elementos químicos presentes numa amostra cerâmica e também evidenciar peculiaridades de composição das pastas (Silva *et al.*, 2005). A EDXRF, por sua vez, compreende uma técnica não-destrutiva, multielementar, a qual, devido ao avanço de sistemas portáteis – com detectores não-criogênicos de alta resolução em energia eletrônica nuclear compactada –, possibilita a realização de medidas *in situ* (Appoloni *et al.* 2001, 2007, 2008).

Assim, o número de pesquisas arqueométricas vem aumentando perceptivelmente no Brasil, em aplicações diversas a exemplo das análises de artefatos arqueológicos ou, ainda, no aprofundamento de dados relativos à utilização de fontes de argila, seja na composição das pastas e pigmentos – contribuindo na interpretação das sequências da cadeia operatória – ou na escolha das matérias-primas, passando pela análise do uso, manutenção e descarte das vasilhas cerâmicas.

Para as análises EDXRF foi escolhida uma amostra de fragmentos cerâmicos que pudesse contemplar uma diversidade de pigmentos e pastas. As análises foram aplicadas nas superfícies do material com o objetivo de compreender a natureza dos pigmentos utilizados, e em qual momento do processo eles foram utilizados, bem como a constituição da pasta. As análises de EDXRF realizadas foram quali-quantitativas e não apenas qualitativas, pois como os resultados apresentam as áreas líquidas dos picos, com as quais é possível realizar razões entre elas, que são independentes das sensibilidades e fatores geométricos, fornecem dados quantitativos relativos entre as concentrações.

OBJETIVO

Este estudo teve por objetivo analisar a composição de elementos químicos (constitutivos e decorativos) das vasilhas do sítio Gramado, bem como vestígios de substâncias químicas nelas impregnadas, de forma a tentar entender seus possíveis usos, processos construtivos e escolhas tecnológicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para as análises arqueométricas foram aplicados dois tipos de métodos, explicados adiante: *i*) identificação de vestígios de substâncias químicas para detectar fosfatos, ácidos graxos, carbonatos, resíduos proteicos e o potencial de hidrogênio; *ii*) fluorescência de raios X por dispersão em energia (EDXRF), para a análise elementar de pasta e pigmento. Para cada conjunto de análises foi usado um conjunto de fragmentos cerâmicos de amostra, visto que algumas análises eram destrutivas (vestígios). Na figura 8 temos os fragmentos utilizados nas análises de vestígios químicos. A figura 10 apresenta os fragmentos da análise de fluorescência de raios X. Assim, são apresentados separadamente, em itens correspondentes ao tipo de abordagem arqueométrica, os materiais e os respectivos procedimentos analíticos.

VESTÍGIOS QUÍMICOS

Materiais para análise de vestígios de substâncias

Para as análises de vestígios químicos, foi selecionada uma amostra de fragmentos priorizando a diversificação de formas e tratamentos de superfície. A técnica de *spot-test* foi escolhida por já ter oferecido bons resultados em pesquisas semiquantitativas realizadas em diversos contextos arqueológicos, não somente mesoamericanos mas também em estudos desenvolvidos na Espanha, Israel e Itália, dentre outros. A razão para se aplicar essas técnicas mais simples está na necessidade de serem identificadas evidências de enriquecimentos, para posterior aplicação de métodos mais precisos e avançados, como a cromatografia a gás de alta resolução (HPLC) nos casos em que houver bons resultados.

O critério de seleção das amostras para análise de vestígios de substâncias teve como finalidade abranger uma diversidade de formas e tratamentos de superfície (Fig. 8), sem privilegiar a localização dos fragmentos dentro do sítio. Dessa forma, não foi nosso objetivo criar um mapa com áreas de concentração e ausência de cada indicador químico, mas sim evidenciar características que possam fornecer informações importantes sobre a função de cada vasilha a que pertencia o fragmento.

Na figura 8 são mostrados os fragmentos utilizados na análise de vestígios químicos. Esses fragmentos não existem mais, pois foram moídos na preparação, uma das limitações do método.

Assim, para o material do sítio Gramado, as amostras de cerâmica foram trituradas e os testes químicos foram realizados com o material cerâmico em pó, a fim de identificar os vestígios presentes nos poros do material. Neste caso, as análises foram realizadas com a cerâmica, mas não com o solo, pois a intenção era relacionar as escolhas tecnológicas com os possíveis usos das vasilhas.

Foram feitas provas químicas em 15 mostras de cerâmica, visando identificar a presença de diversas substâncias químicas, a saber: carbonatos, fosfatos, resíduos proteicos, resíduos lipídicos e pH. Do total, foram analisados doze fragmentos coletados na etapa de campo de 1994, durante escavação arqueológica, e três da coleta de superfície de 2009.

A análise de vestígios foi feita na *Universidad Nacional Autónoma de México*, no Laboratório de Prospecção Arqueológica, conforme ilustrado na figura 9.

Fosfato

Tem origem em tecidos ósseos, urina, fezes e restos de carne e pele. A estabilidade química é uma característica dos fosfatos, podendo permanecer por muito tempo no sítio onde foram depositados, tendo essa prova sido inicialmente desenvolvida por Eidt (1977).

Ácidos graxos

Os lipídeos ficam impregnados na argila, em função da caracterização da matriz argilosa (cerâmica), permanecendo desta forma protegidos de interferências externas (Heron e Evershed 1993). Esta prova se resume na análise da quantidade de ácidos graxos de uma amostra, a partir da presença e permanência de bolhas. O aparecimento de ácidos graxos reflete substâncias como gordura, óleos ou resinas, presentes em zonas de preparação de alimentos, banheiros ou espaços rituais (Barba *et al.*, 1991).

Carbonatos

Carbonatos correspondem a sais inorgânicos, sendo o mais comum deles o calcário ou carbonato de cálcio. Através desta prova podemos evidenciar a presença de sedimentos e “estucados” - derivados marinhos de concha de animais e concreções de cavernas. Fundamenta-se na reação efervescente com ácido clorídrico, liberando bolhas de hidrogênio. Então é estabelecida uma escala de 0 a 5, visando diferenciar níveis de intensidade, portanto, a efervescência é indicativa da quantidade de carbono na amostra.

SÍTIO GRAMADO - Análise de vestígios químicos

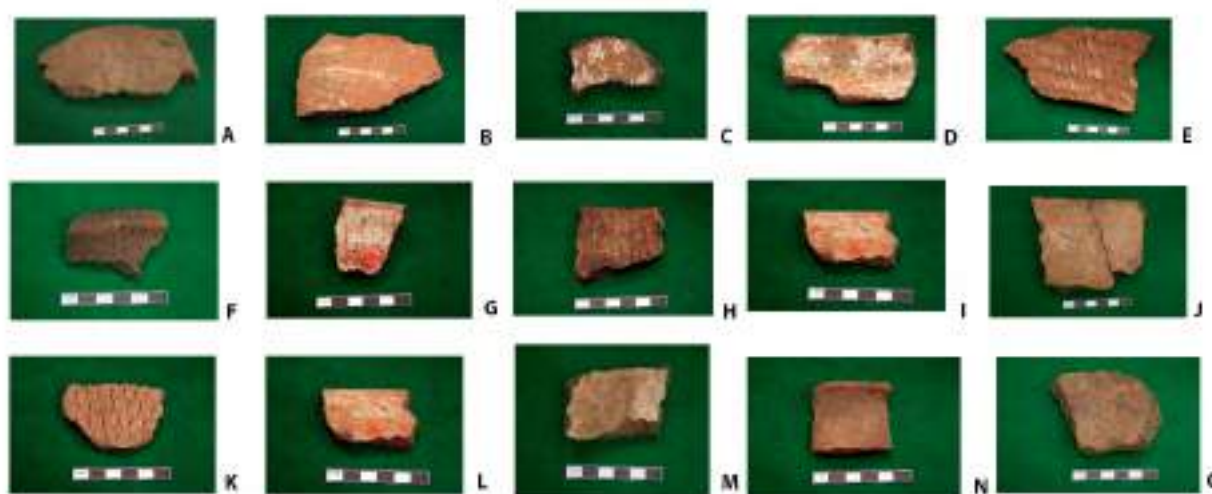


Figura 8. Fragmentos utilizados na análise de vestígios químicos (destrutiva). A.; B. GR 1587; C. GR 1949; D. GR 2209; E. GR 2340; F. GR 3283; G. GR 3524; H. GR 3992; I. GR 4605; J. GR 4228 e 4234; K. GR 2145; L. GR 315; M. GR 5000; N. GR 5001; O. GR 5002

Resíduos proteicos

Correspondem ao produto da decomposição de compostos que continham proteína, indicando a presença de produtos animais ou vegetais tais como sangue e carne, ou que refletem a preparação de alimentos e/ou rituais, tais como oferendas e sacrifícios. Essa prova consiste em identificar os resíduos de proteína ao reagirem com um agente alcalino, liberando amoníaco na forma de gás. A amônia é detectada com o papel indicador universal de pH. É observado um valor de escala 0-14, contudo, somente a partir do valor oito pode ser considerada a presença de resíduos proteicos.



Figura 9 — Imagem de etapa da análise de vestígios de fosfatos

Potencial de Hidrogênio - pH

É possível identificarmos a acidez e a alcalinidade e, para realizarmos essa verificação, foi criada uma escala fundamentada na concentração de íons hidrônio em uma solução ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$). Uma das aplicações do pH é a identificação de cinzas no contexto arqueológico, ou seja, a localização dos lugares onde se realizou combustão. Particularmente na cerâmica, é possível identificar se essa foi exposta ao fogo ou não após o processo de queima (Barba *et al.*, 1991).

MÉTODO FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

Materiais para análise de fluorescência de raios x

O critério de escolha consistiu na seleção de fragmentos com pigmentos, de categorias estruturais e vasilhas diferentes, como: base, borda e bojo, além de fragmentos com tratamento plástico, bem como paredes com pigmento e tratamento plástico, lisas e com espessuras diversas.

Foram selecionados oito fragmentos cerâmicos do sítio Gramado, coletados em subsuperfície na etapa de campo de 1994. Um segmento do fragmento, de base GR-1949, passou pela análise de vestígios químicos e também pela análise física, possibilitando uma análise comparativa dos resultados das duas técnicas.

As medidas foram realizadas no laboratório do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, utilizando o sistema de medidas de EDXRF portátil do Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Estadual de Londrina.

O método de medida consistiu na irradiação das amostras com raios x buscando identificar e medir, de forma simultânea, os diferentes elementos químicos inorgânicos presentes no fragmento cerâmico, de forma a inferir a respeito dos elementos majoritários e minoritários da pasta cerâmica.

Na Figura 10 são apresentados os materiais estudados por fluorescência de raios x.

As medidas foram realizadas com o sistema PXRf-LFNA-03 de medidas de EDXRF portátil, composto por: detector de raios x tipo Si-PIN (resolução de 149 eV para a linha de 5,9 keV Mn, com janela de Be de 0,5 mil, modelo XR-100CR (AMPTEK Inc.); fonte de alta tensão com amplificador, modelo PX2CR, analisador multicanal modelo MCA8000A; computador portátil para aquisição e armazenamento dos dados; excitação das amostras com um mini tubo de raios x, com alvo de Tungstênio e 4W de potência (10-40kV, 0-100 μ A, foco de 5mm de diâmetro) (MOXTEK Inc.); posicionador para o conjunto de excitação-deteccção, com graus de liberdade de translação e rotação. Todo o sistema é portátil e pode ser utilizado para medidas no local de amostragem, como mostra a Figura 11.

As mensurações foram feitas e expressas nos espectros nos quais os picos (linhas $K\alpha$ / $K\beta$ emitidas pelos elementos da amostra) representam a quantidade de raios x (eixo y) e suas respectivas energias (eixo x) nas seguintes condições de medida: tensão no tubo de 20KV e corrente de 4 μ A.

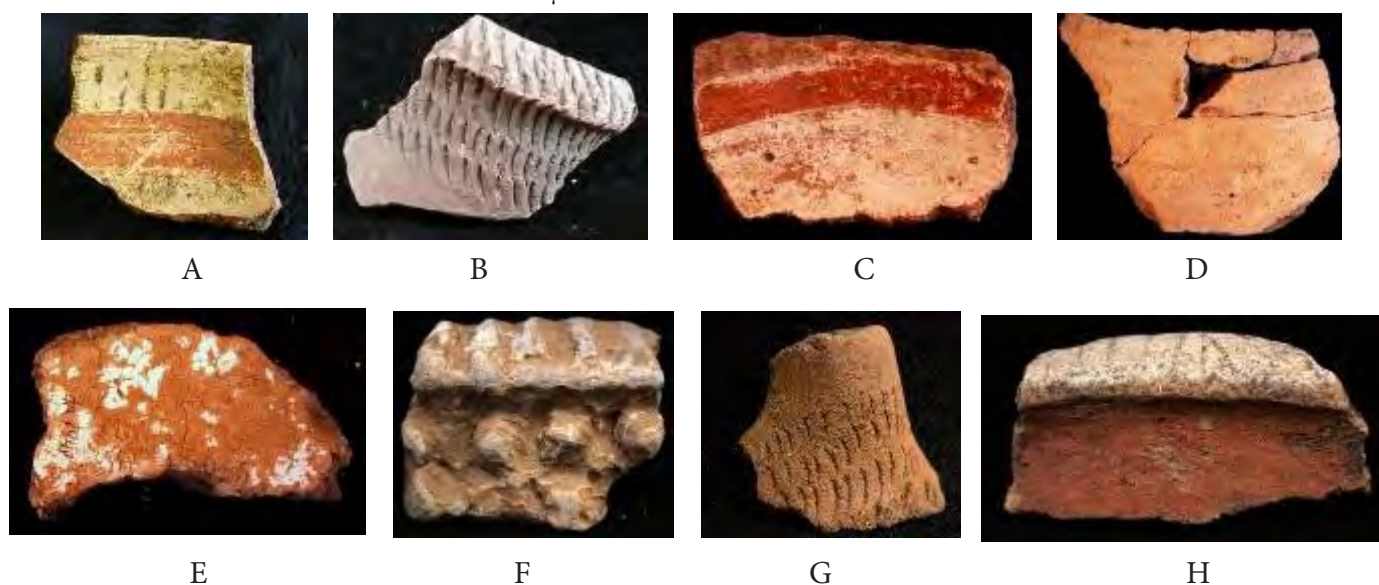


Figura 10 – Fragmentos para análise de fluorescência de raios x. A- GR 238; B- GR 270; C- GR 1406; D- GR1583; E- GR1949; F- GR 2316; G- GR 3542; H- GR 4663.

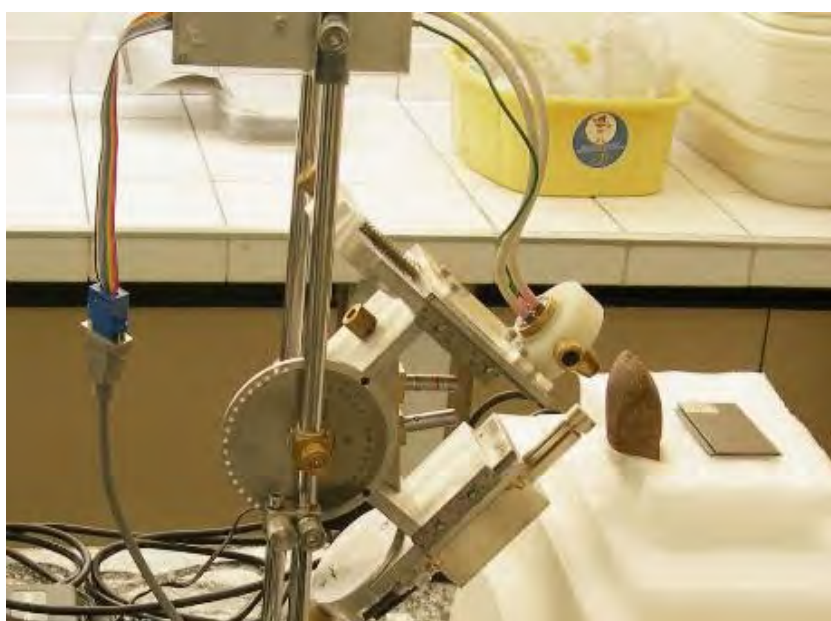


Figura 11 – Sistema portátil de EDXRF da Universidade de Londrina.

ANÁLISE E EXPLORAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos foram expressos em tabelas ou gráficos e analisados simplesmente por ponderação lógica. Alguns resultados foram apresentados com estatística descritiva, com médias, desvios padrão ou erro-padrão da média, conforme a adequação dos dados. Como este trabalho é de caráter exploratório e não há a possibilidade de analisar muitos materiais por métodos destrutivos, optou-se por não trabalhar com amostras grandes nem testes convencionais de estatística paramétrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vestígios químicos

A tabela 2 apresenta um sumário referente aos testes de resíduos químicos. Nela são apresentadas as peças cerâmicas e resultados na forma binária (0 – ausência; 1 - presença).

Tabela 2 – Características das cerâmicas e resultados dos testes de resíduos químicos. TPS- tratamento plástico de superfície; PI- pintura; RG- resíduos de ácidos graxos; RP- resíduos de proteínas; CO₃⁻- carbonatos; pH- acidez/alcalinidade; P- fosfato. (0= ausência; 1= presença).

Peça	Classe	TPS	PI	RG (0-3)	RP (1-12)	CO ₃ ⁻ (0-6)	pH (pH _{H₂O} = 6,45)	P (0-5)
GR 235	Base	0	0	0	9	1	6,7	5
GR 315	Borda	1	0	0,5	9	0	6,91	2
GR 1587	Parede	0	1	0	7	1	7,14	4
GR 1949	Borda	0	1	0	6	0	6,27	5
GR 4605	Borda	0	1	1	6	1	6,78	3
GR 2145	Parede	1	0	0	9	1	6,29	1
GR 2209	Borda	0	1	0	9	0	6,83	5
GR 2340	Parede	1	0	1	8	1	6,56	3
GR 3524	Borda	0	1	0,5	9	0	6,98	4
GR 3283	Borda	1	0	0	7	1	6,64	2
GR 4228	Parede	0	1	1	X	6	8	3
GR 5000	Borda	1	0	0	6	1	7,6	1
GR 5001	Parede	0	1	0,5	6	1	7,65	4
GR 5002	Parede	0	0	0,5	7	1	7,23	1
GR 3992	Borda	1	0	0,5	7	1	7,08	4

Observou-se (Tab. 2) o índice de fosfato máximo (cinco) em três fragmentos – GR 1949, 235 e 2209 (figura 8 – C, A e D) – e valor quatro nos fragmentos GR 3524, 1587, na peça sem número e na GR 3992 (figura 8 – G, B e N). Essas presenças relativamente elevadas de fosfatos são indicadoras de uso, provavelmente na estocagem, preparação ou cocção de alimentos proteicos, ou seja, principalmente carnes de animais, ou sangue.

Também é possível notar na tabela 2 que a maior parte das cerâmicas não apresentava resíduos graxos, e algumas peças apresentavam pequenas quantidades (0,5 e 1,0). Encontraram-se os maiores índices de ácidos graxos em dois fragmentos de bojo, ambos com tratamento de superfície plástico (GR 2340) e pintado (GR 4228) (figura 8 – E e J). A presença de resíduos graxos pode estar relacionada tanto à estocagem/preparação de alimentos quanto à própria preparação de pigmentos

para a cerâmica, que envolve extratos vegetais como verniz sobre os pigmentos minerais.

Observa-se também que a maior ocorrência de carbonatos, numa escala de 0 a 6, apareceu com valor 1, e apenas a amostra GR 4228 (figura 8 - J) apresentou valor máximo.

A figura 12 está dividida em gráficos de A até E, representando cada prova química aplicada ao conjunto de fragmentos cerâmicos, e apresenta a distribuição de frequências relativas de cada resultado. É possível perceber uma grande diversidade de resultados, com fragmentos diversos apresentando toda a gama de resultados possíveis. Nota-se uma distribuição dos níveis de fosfato (0-5) quase equivalentes, ressaltando uma quantidade maior com valor quatro e ausência de ocorrências com valor 0. Nota-se ainda a variação do pH das amostras e pode-se observar que a maior parte está entre os valores de 6 a 7, e apenas o fragmento GR 4228 (figura 8 J) apresentou valor oito de pH (tabela 2), porém não é um valor consideravelmente alto. A disparidade dos resultados entre as peças é sugestiva de aplicações diferenciais entre algumas delas, e não diferenças no processo de sua produção.

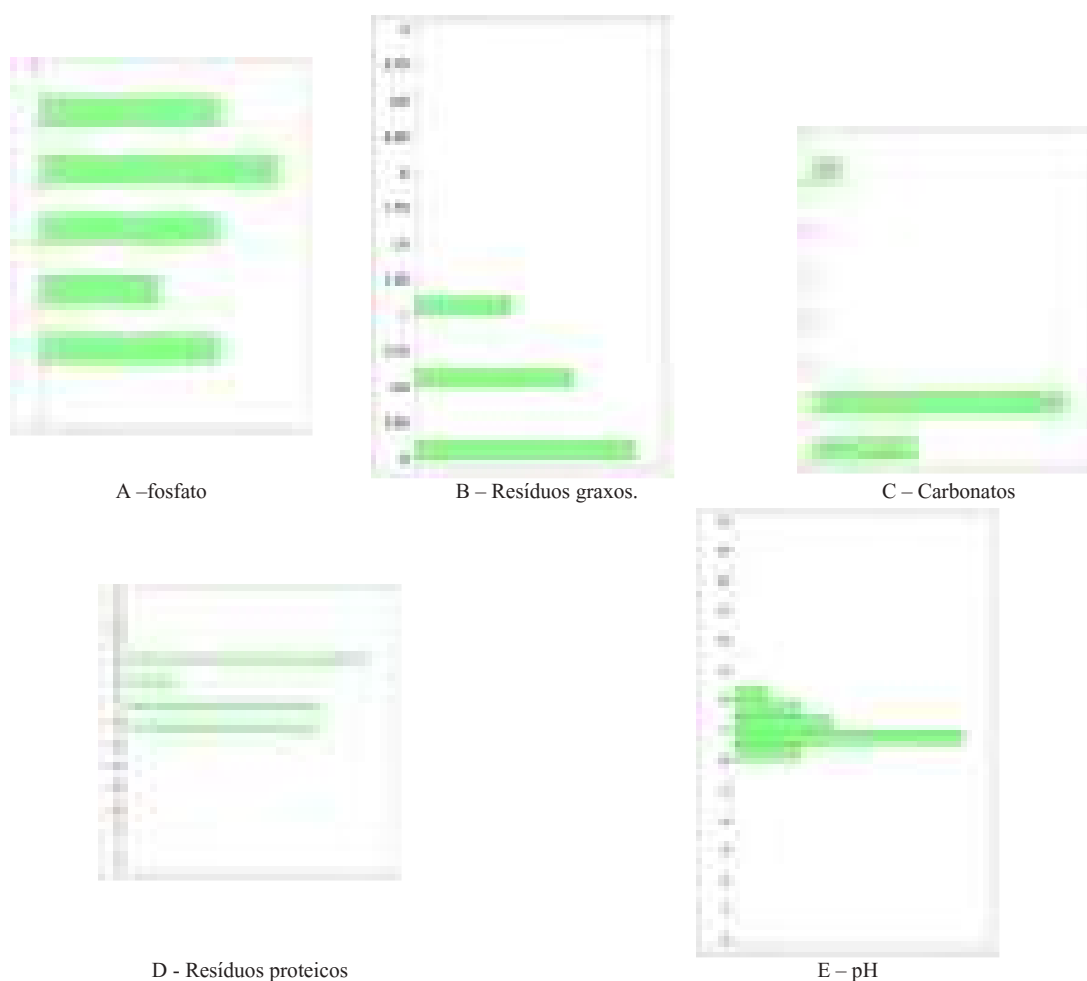


Figura 12 – Distribuição de frequências relativas dos resíduos químicos no conjunto das cerâmicas.

Na figura 12-D verifica-se, numa escala de 1-12 para ocorrência de proteínas, que a maior quantidade de ocorrências possui valor 9. As demais evidências estão distribuídas de forma equilibrada entre os valores 6 e 7, e pouca quantidade com valor 8. A tabela 3 mostra a ocorrência de altos valores de proteínas (9) em algumas peças, conforme o tipo de tratamento de superfície. A presença de valores elevados para proteínas, independentemente do tipo de tratamento de superfície (plástico ou pintado), é sugestiva de uso das peças em estocagem/preparo de alimentos, mas também pode sugerir outra hipótese: a de que

algum material proteico possa ter sido usado como aglutinador ou fixador de pigmento. Por longa tradição histórica, desde a idade antiga, pintores e restauradores usaram proteínas animais – tais como albumina de ovo, cola-de-peixe, colágeno de couro (gelatina) ou caseína de leite – para a aglutinação ou fixação de pigmentos em superfícies como telas, tecidos, cerâmicas ou afrescos (Casoli *et al.* 1991, Purinton e Watters 1995, Vandenabeele *et al.* 2000).

Tabela 3 - Presença de resíduos proteicos com valor 9 divididas por classe e tipo de tratamento de superfície:

Fragmento	Classe	Tratamento de superfície	Pintura
GR 235	Base		
GR 2145	Bojo	X	
GR 315	Borda	X	
GR 2209	Borda		X
GR 3524	Borda		X

Na figura 13 os valores e as barras de erros são significativamente diferentes entre fragmentos com tratamento plástico e ausência ou presença de fosfato. Verificou-se que o tratamento plástico, tanto em bordas, como em bojo apresentou baixa ou quase nula presença de fosfato. Isso dá a entender que as peças com tratamento de superfície plástico não tinham uso associado à deposição de fosfatos, ou seja, provavelmente não eram usadas para deposição de sangue, carnes, fezes ou urina. Podem ser especuladas outras finalidades como: armazenar água, armazenar de grãos, armazenar ou fermentar bebidas.

Na figura 14 observaram-se valores diferentes entre os fragmentos com tratamento pintado e a presença de fosfato. Os fragmentos com pintura, tanto bordas como bojo, apresentaram maior ocorrência de fosfato. A presença maior de fosfato nas vasilhas pintadas é sugestiva de que elas tenham sido empregadas no armazenamento ou preparação de alimentos com carnes, ou coleta de sangue.

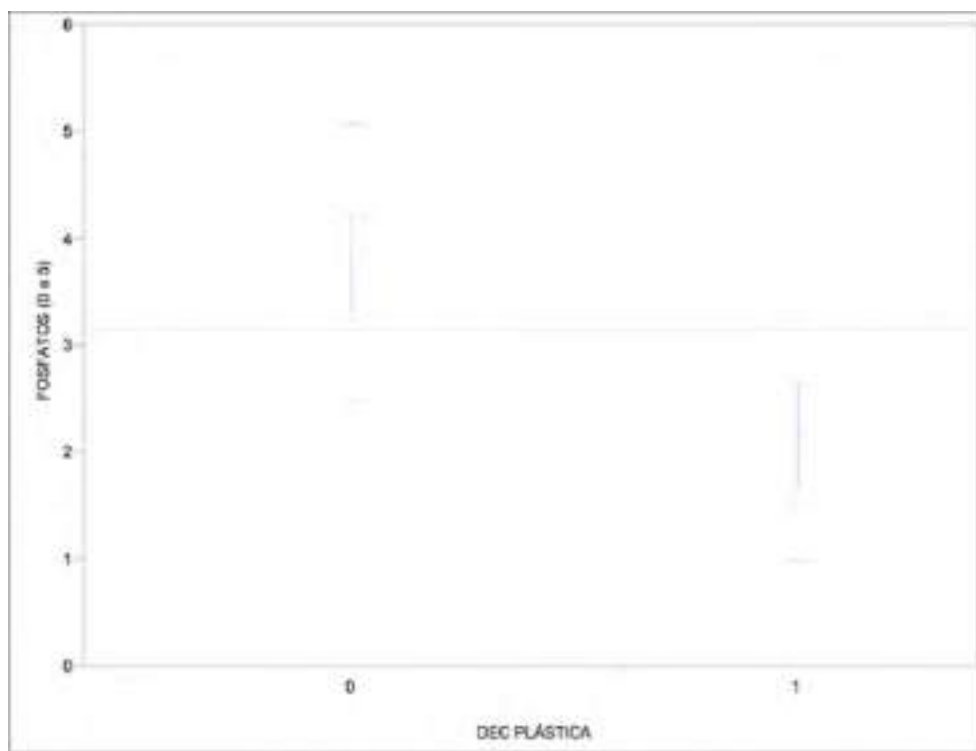


Figura 13 - Distribuição do tratamento de superfície plástico e fosfato (barra central é a média, 1ª barra horizontal é o erro padrão da média e as barras periféricas são o 1º desvio padrão).

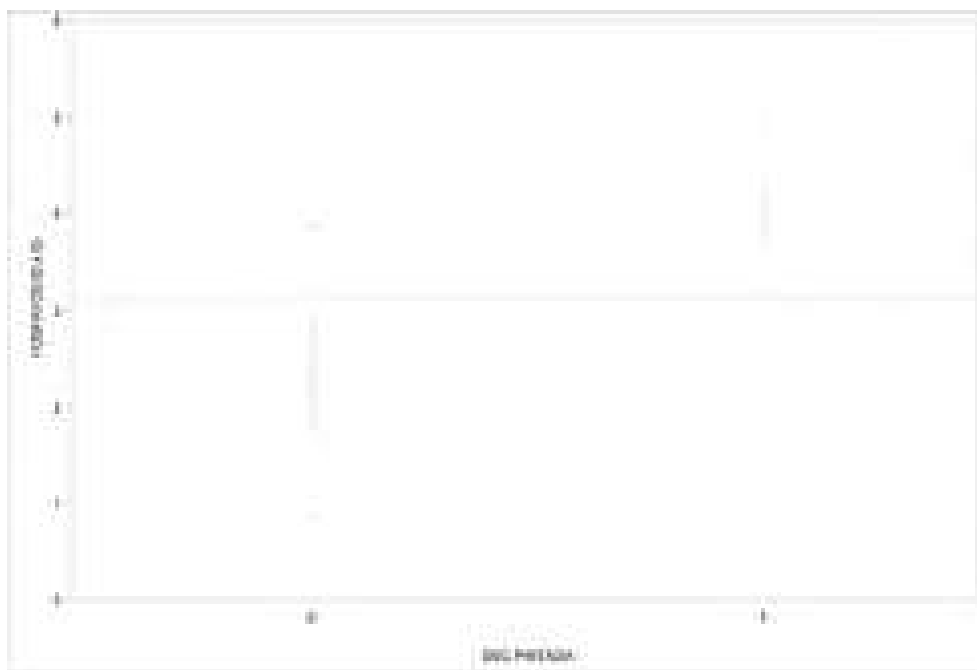


Figura 14- Distribuição da tratamento pintado e fosfato (barra central é a média, 1ª barra horizontal é o erro padrão da média e as barras periféricas é o desvio padrão).

Na figura 15 verifica-se que o fragmento GR 4228 (figura 8J) apresentou valores diferentes dos demais, tanto no que diz respeito à presença de carbonatos quanto de pH.

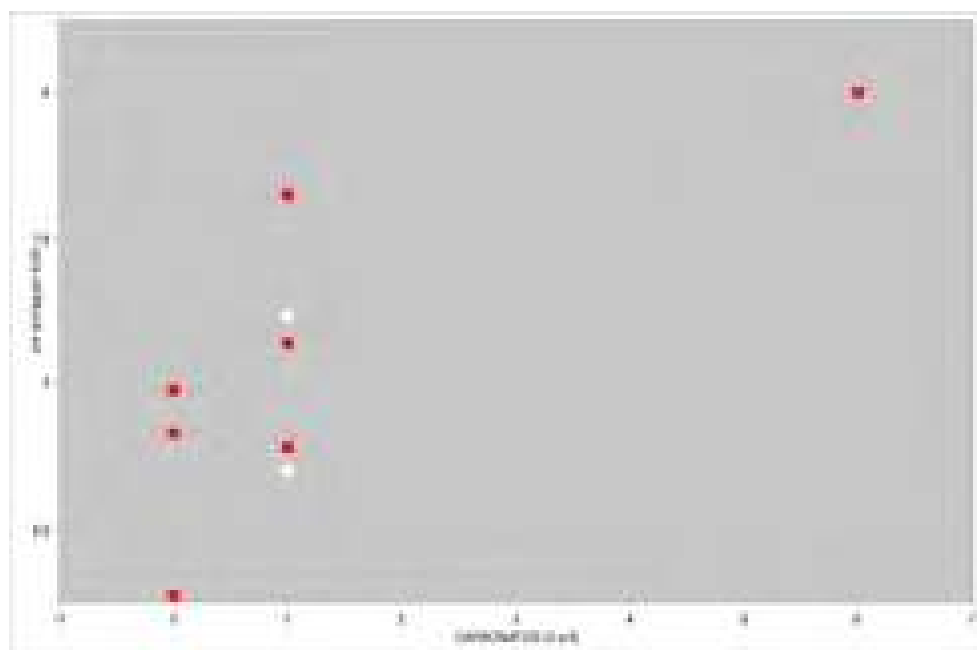


Figura 15 - Distribuição de carbonatos e pH. A peça GR 4228 é o ponto isolado à direita.

Na figura 16 observa-se a comparação entre carbonatos e resíduos graxos e é evidente que o fragmento GR 4228 (figura 8J) se destaca dos demais de forma significativa.

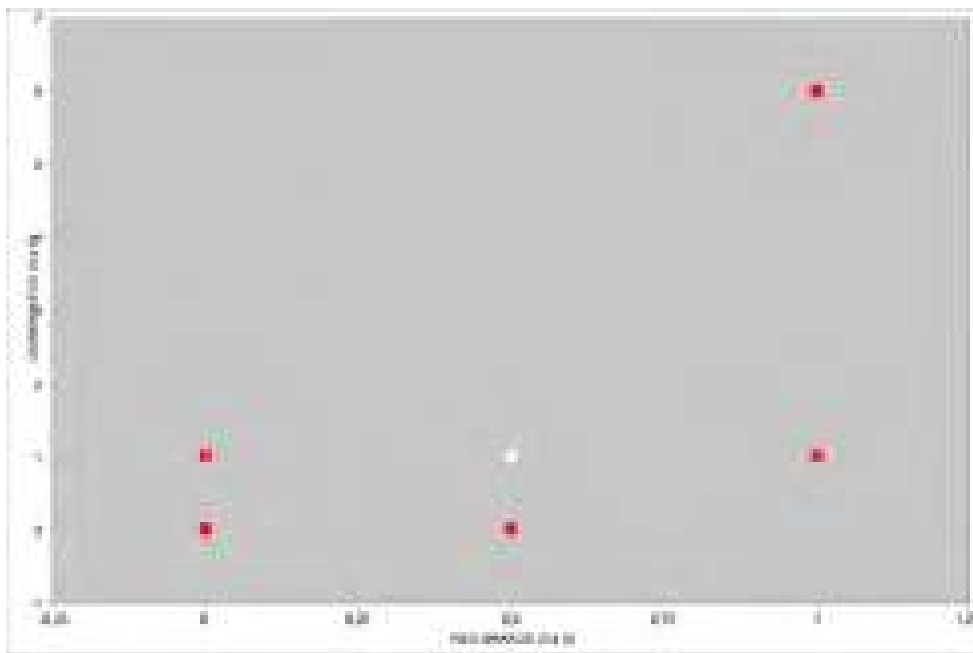


Figura 16 – Distribuição de carbonatos e ácidos graxos. A peça GR 4228 é o ponto isolado à direita e em cima.

O fragmento GR 4228 (figura 8J), no sítio Gramado, apresentou pH=8, acompanhado de um valor elevado de carbonato (6), destoando significativamente dos demais fragmentos, contudo o valor de pH não é alto o suficiente para afirmar a presença de combustão e, sim, a carbonatação da cerâmica, que ocorre através de uma reação química onde a cerâmica pode conter sais (seja da sua própria pasta ou, ainda, do meio de onde foi retirada) e, ao entrar em contato com a água, podem apresentar-se na superfície da cerâmica, provocando um aumento de pH que, no entanto, provêm normalmente de cálcio ou sulfatos de cálcio.

O alto índice de carbonatos no solo pode ser indicador da abundância de estruturas construídas com cal – conforme apontam Barba e Mejía Pérez (1994) ao descreverem uma área habitacional do sítio arqueológico de Cobá (Quintana Roo-México) – que, ao desintegrarem-se, misturam-se com o solo. Porém, como tal ocorrência não seria possível no contexto de Brotas-SP, a concentração de resíduos químicos como fosfato, além da variação de pH em uma das áreas, foi interpretada como ocorrência de uma variedade de atividades domésticas associadas a fontes de calor e consumo de alimentos.

Segundo Barba e Mejía Pérez (1994), a presença de fosfato em áreas habitacionais indica atividade de preparação e consumo de alimentos. Podemos inferir que os fragmentos GR 235 e GR 2209 tenham sido utilizados para processamento e consumo de alimentos, graças à combinação de fosfato e resíduos proteicos apresentados de forma elevada.

A tabela 2 mostra claramente em seus resultados que existe uma relação direta entre a presença de fosfato e o tratamento de superfície nas cerâmicas do sítio Gramado. As bordas pintadas GR 2209 e GR 3524 apresentaram maior concentração de fosfato, assim como alto índice de resíduos proteicos, o que pode indicar a presença de sangue, carne e ossos e, devido ao tamanho das vasilhas, é descartada a utilização para armazenamento de alimentos, podendo sugerir a sua utilização para servir alimentos – e, devido ao tamanho das vasilhas, coletivamente.

As cerâmicas com tratamento plástico apresentaram pouca ou quase inexistência de fosfato, exceto o fragmento GR 3992 (figura 8 H).

Com relação aos resíduos proteicos, observou-se que dois fragmentos, GR 315 e GR 2145, possuíam índice elevado (figura 8 M e L), além de características formais semelhantes: vasilhas com diâmetro de boca pequenos com espessura fina.

Ao todo a análise química do sítio Gramado mostrou que, apesar de um número reduzido de amostras, a cerâmica apresentou variedade considerável de resultados químicos. Observou-se uma diferença significativa de presença de fosfato entre as cerâmicas com tratamento pintado e plástico, porém existe uma característica comum entre elas: todos os fragmentos plásticos ou pintados, e com alto índice de resíduos proteicos, constituem-se de vasilhas pequenas. A presença de fosfatos pode ter vários significados e deve ser avaliada de forma mais ampla. O mais provável é indicar a presença de resíduos como carnes ou outra proteína animal (não necessariamente para alimentação) como sangue, fezes ou até mesmo de resíduos de minerais mais ricos em fosfato, que podem fazer parte de pigmentos (Galembeck et al. 2007). Por mais que atualmente o uso fezes (animais ou humanas) possa parecer algo desagradável, muitas fezes animais e humanas encontravam utilidade na preparação de materiais derivados.

Fluorescência de raios x

Esse tipo de análise gera espectros de raios x emitidos pela amostra, como o exemplo da figura 16, que não são de interpretação intuitiva ou habitual para a maioria dos arqueólogos e leitores. Por este motivo, a figura 17 é aqui usada para explicar como os espectros seguintes devem ser interpretados. O eixo y mostra as contagens para a energia de raios x, já o eixo x mostra a energia dos raios x de resposta de cada elemento químico detectado (Ar, Fe, Mn, Ti, Si), chamados de raios x característicos. Cada elemento pode ser identificado por um ou dois picos, denominados $K\alpha$ e $K\beta$, que correspondem às camadas eletrônicas que são excitadas pelos raios x, e que emitem energia na forma de fluorescência. Dessa forma, podem ser identificados no espectro os picos dos seguintes elementos, da esquerda para a direita: Si, Ar, K, Ca, Ti, Mn e Fe. Apenas Ar não é de interesse neste contexto, visto que é um pico gerado em resposta à presença desse elemento gasoso no ar atmosférico, existente entre a amostra e o detector, portanto é apenas um ruído. Os outros elementos citados são típicos dos minerais que compõem a pasta de argila, o engobo ou as linhas de pintura. Nos espectros subsequentes aparecerão estes mesmos picos/elementos nesta ordem, mas com diferentes alturas de pico, indicando quantidades variáveis de cada elemento. A área líquida de cada pico (área total do pico, subtraída das contagens do fundo contínuo sob a mesma) é diretamente proporcional à concentração do elemento químico correspondente na amostra.

Na tabela 4 é apresentada a ocorrência de elementos químicos em cada fragmento, conforme análises de EDXRF e comentários sobre seu significado.

Na figura 17 temos a comparação entre dois pigmentos vermelhos de peças diferentes, sendo que um deles apresenta pintura na face interna (GR 1406), enquanto no outro a pintura apresenta-se na face externa como acabamento (GR 4663). O espectro demonstra que não existem diferenças entre os dois pigmentos. No entanto, o fragmento GR 4663 apresentou potássio em sua pasta, que pode ser proveniente da própria fonte de argila (argila de melhor qualidade) ou ocorreu adição intencional de cinzas. Quanto mais potássio na pasta (hidróxido de potássio, por exemplo), melhor é a sinterização da cerâmica, o que pode fornecer, após a queima, uma cerâmica mais impermeável e mais rígida.

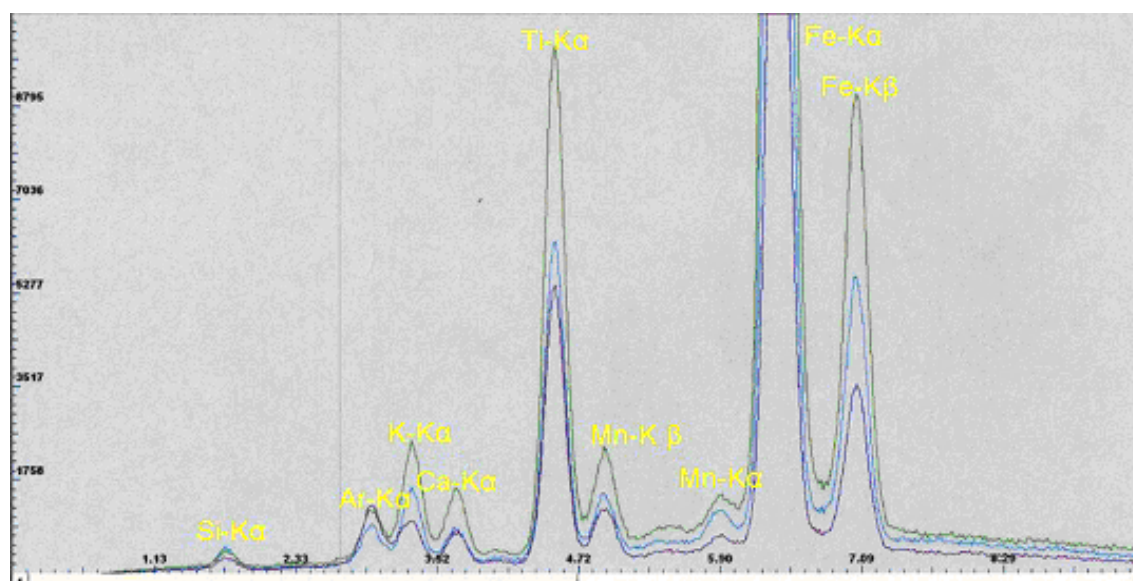


Figura 17- Espectro de fluorescência de raios x (contagens versus energia em keV). Exemplo de espectro de análise de comparação entre pigmentos de cerâmica e pasta. Fundo branco da peça (engobo) corresponde à linha verde no gráfico, medida B; listra preta da peça corresponde à linha lilás do gráfico; Pasta cerâmica, medida a corresponde à linha azul do gráfico=; K α , K β correspondem às linhas de fluorescência para diversos elementos: Fe= ferro; Si=silício; Ar= argônio; Mn= manganês; Ti= titânio.

Na figura 18 não foi observada alteração de composição da pasta entre os fragmentos GR 270, GR1406, GR238 e GR4663. Isso é indicativo de aspectos geológicos e pedológicos locais, mas também do domínio do fazer cerâmico pelas ceramistas Tupnikín do sítio Gramado. Por um lado, há uma grande homogeneidade no solo regional, que é predominantemente o latossolo vermelho escuro distrófico. Esses solos são de rochas muito antigas, de origem basáltica da Formação Serra Geral, portanto de idade Jurássico-Cretácea (Clemente *et al.* 1986). Isso restringe bastante a diversidade de matéria prima para a cerâmica. Por outro lado, a homogeneidade também indica que deve ter havido uma certa constância, ao longo do tempo, talvez de gerações, nos locais específicos de coleta da argila e de sua preparação, sem variação ou incorporação de ingredientes diversos. Esse último comentário é de certa forma especulativo, no sentido em que não se sabe a idade exata das peças estudadas. Elas podem até ter sido feitas pela mesma ceramista, de uma mesma fonte de matéria prima, mas também poderia ser o resultado de um domínio do saber cerâmico passado entre gerações, que também permitiria manter a homogeneidade das pastas, mesmo entre peças separadas por um longo tempo.

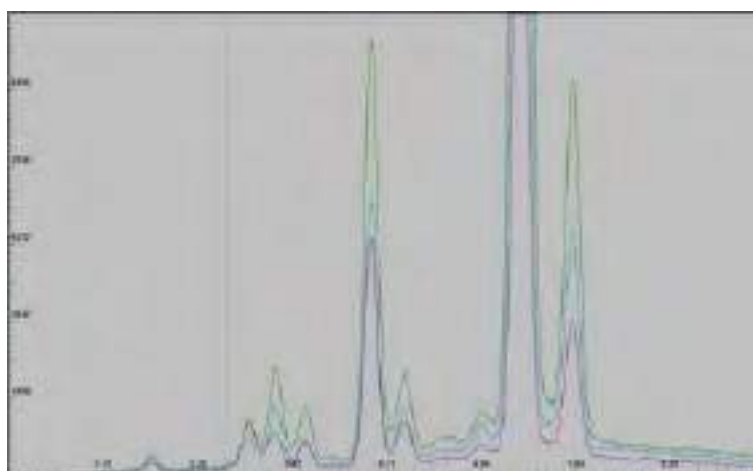


Figura 18 A- Quatro espectros de raios x relacionando pastas cerâmicas e pigmentos. A- Fragmentos GR1406 e GR4663, em comparação entre pigmento vermelho e pasta cerâmica. GR4663: linha verde é do pigmento vermelho; GR 4663: linha lilás corresponde à pasta; GR1406: linha azul corresponde ao pigmento vermelho.

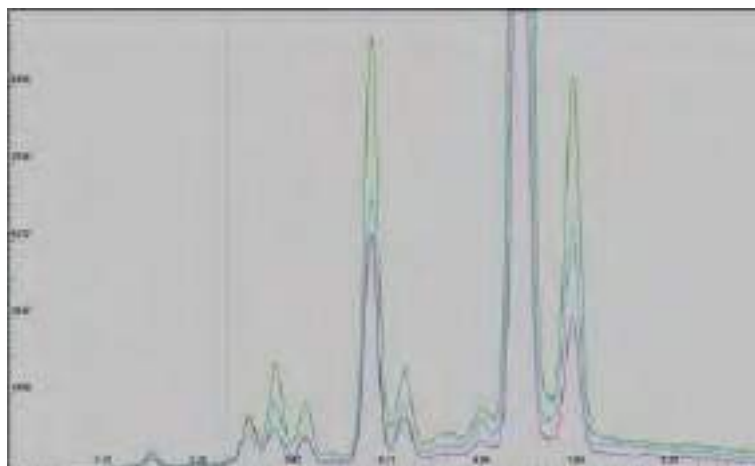


Figura 18 B- Comparação de espectro de raios x de pastas cerâmicas. Fragmento GR270: linha azul; GR1406: linha verde; GR238: linha lilás GR4663: linha amarela.

Tabela 4- Ocorrência de elementos químicos em cada fragmento cerâmico, em pasta e pigmentos e comentários.

Fragmento	Resultado
GR 238	- elemento chave para o vermelho é quantidade de Fe - elemento chave para o branco é quantidade Si e K - argila branca com silicato - Fundo branco (há dúvida sobre a qualidade do foco nesta medida). Razão pico Mn / Fe === (d) (c) (b) (a) 0,1627 0,1248 0,1284 0,0468 Tinta preta – indicação é óxido de Mn
GR 270	Medida da pasta cerâmica - picos para Fe, K e Ca
GR 1406	Faixa e pigmento vermelho lado côncavo: Si, K, Ca, Ti, Mn, Fe Pasta cerâmica - Medida pelo lado convexo: - elemento chave para o vermelho é quantidade de Fe - elementos chave para o branco é quantidade Si e K - argila branca com silicato
GR 1583	Medida da pasta cerâmica / lado convexo - picos para Fe, K e Ca
GR 1949	Medida da pasta cerâmica – lado convexo – picos para Fe, K e Ca com destaque para maior proporção de K
GR 2316	Análise da Pasta lado côncavo - picos para Fe, K e Ca
GR 3547	Medida da pasta cerâmica – corte transversal - picos para Fe, K e Ca
GR 4663	Medida do engobo vermelho – região convexa Medida da pasta cerâmica – área quebrada região côncava

Na figura 19 o pigmento preto apresentou óxido de manganês (pico de Mn aumentado nesta figura em relação às outras), enquanto o pigmento branco apresentou silício aumentado. Não se constatou aumento de dióxido de titânio (comum nos pigmentos brancos). Esses espectros deixam claros que o pigmento negro das listras está associado aos óxidos de manganês, comumente negros e muito abundantes na natureza. O mais comum é a manganita, formalmente um óxido hidratado de manganês [MnO(OH)]. Ela é comum em solos e se forma sob baixa temperatura, comumente em solos lateríticos, por efeito da água de precipitação da chuva, e é comum estar associada a fontes de argila. É bastante possível que as concreções de manganês aparecessem associadas às fontes de argila do sítio Gramado.

Por outro lado, os pigmentos brancos do engobo aqui não têm relação com um elemento específico, mas sim com algum silicato de cor branca, não precisamente identificado. Ao contrário do que se imaginava ao início das análises, não está relacionado à presença de titânio. O dióxido de titânio (TiO_2), atualmente usado em tintas brancas, é um pigmento muito eficiente, mas não é muito comum na natureza de forma concentrada ou cristalizada. Nada característico de solos de origem basáltica, como é o caso de Brotas.

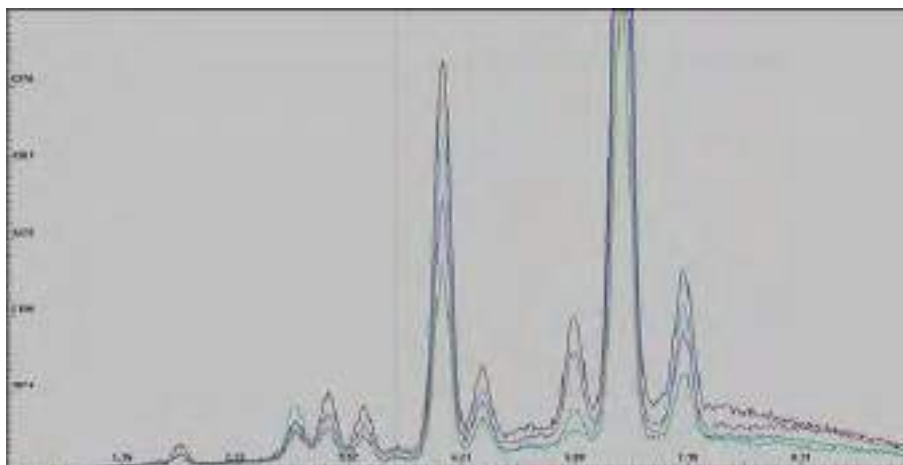


Figura 19. Comparação de espectro de raios x de pasta cerâmica, pigmento preto e pigmento branco do fragmento GR 238. A linha azul corresponde à pasta, a linha verde ao fundo branco (engobo), a linha lilás à listra preta da peça e a linha preta à listra preta da peça.

Na figura 20 são apresentados quatro fragmentos, comparando a pasta cerâmica e seus respectivos espectros de raios x.

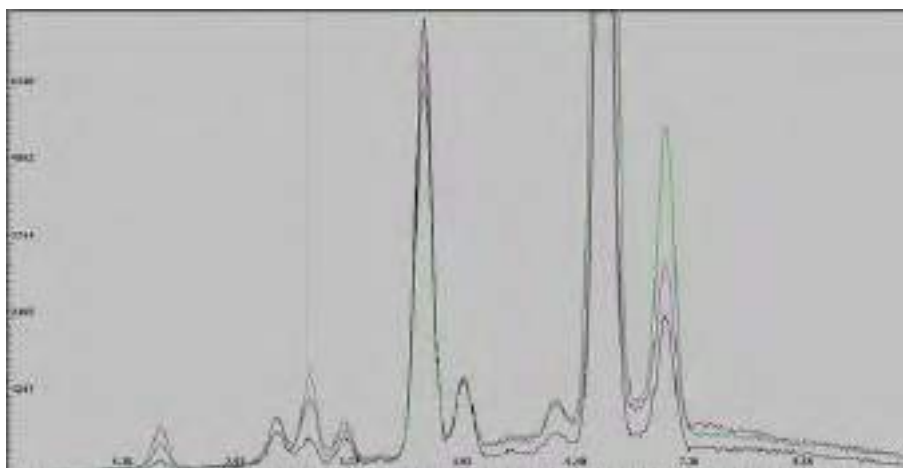


Figura 20- Comparação de espectro de raios x entre pasta cerâmica, pigmento vermelho e pigmento branco do Fragmento GR 1406. Linha verde corresponde ao pigmento vermelho; a linha lilás ao pigmento de fundo branco (engobo) e a linha preta à pasta cerâmica.

Na figura 21 é possível observar a homogeneidade das pastas, com um destaque para uma maior ocorrência de potássio e ferro no fragmento GR1949.

Quanto à análise de fluorescência de raios x, observou-se que o pigmento vermelho não apresentou variação em seus elementos, tanto nas pinturas externas, como internas, apresentando como elemento chave o Fe, indicando o uso de matéria prima com óxidos deste elemento. No pigmento branco constatou-se a presença de silicato, demonstrando a utilização de pigmento mineral estável durante a queima.

A partir dos dados apresentados, é possível discutir alguns aspectos relevantes sobre a cerâmica do sítio Gramado. Segundo Barba e MejíaPérez (1994), os altos valores de pH indicam a presença de exposição ao fogo e cinzas provenientes da queima de madeira. Nas áreas de atividade da região de Cobá (Quintana Roo – México) realizadas por eles, as análises químicas e o alto valor de pH, juntamente com as características de estrutura e localização geográfica, bem como a evidência de pouca quantidade de cerâmica utilitária permitiram definir a área de estudo como santuário familiar e local de rituais. Devido ao fato de que o sítio Gramado não teve suas vasilhas cerâmicas estudadas em detalhe – além de não terem sido analisadas quimicamente durante o período da escavação –, não era possível perceber a distribuição desigual de fragmentos cerâmicos, conforme observado na figura 3. Com isso em mãos teria sido possível planejar análises de vestígios químicos de solo, bem como peças mais dirigidas a compreender as atividades quotidianas no espaço do sítio. Esse tipo de entendimento é difícil *a priori*, ou no momento da escavação, principalmente quando não há muito tempo disponível para estudos – quando se trabalha em um contexto de salvamento ou, ainda, de solo usado para outra finalidade –, como é o caso do sítio Gramado. Por esse motivo não é possível o entendimento de atividades como o obtido por Barba e MejíaPérez (1994). Pelo exposto acima, fica evidente como as análises de vestígios e de Fluorescência de Raios x podem agir de forma complementar para oferecer uma visão mais precisa das escolhas tecnológicas e dos usos das vasilhas.

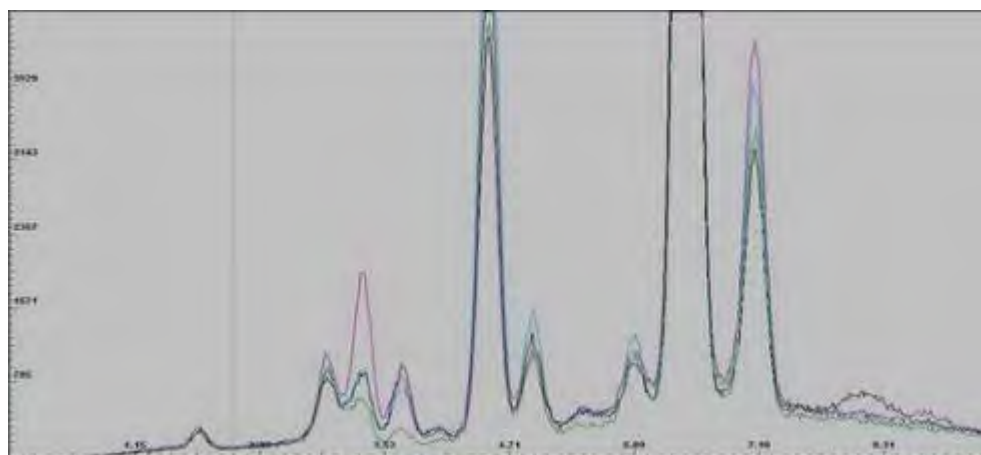


Figura 21 – Comparação de espectro de raios x de pastas cerâmicas. Fragmento GR3542 corresponde à linha azul; GR2316 à linha verde GR2316; GR1949 à linha lilás ao fragmento e o fragmento GR1583 à linha preta.

CONCLUSÃO

As análises das cerâmicas do sítio Gramado, oferecem dados sobre as escolhas tecnológicas feitas das ceramistas Tupinikín e sobre os possíveis usos das vasilhas. Para uma compreensão mais abrangente da funcionalidade faz-se necessário confrontar tais resultados com os diversos relatos históricos sobre o uso das vasilhas no século XVI, bem como a bibliografia existente sobre a função das vasilhas Tupinambá, uma vez que tais povos compartilhavam uma mesma estrutura de conhecimentos ao longo do tempo (Silva e Noelli, 2017).

As análises de fluorescência de raios x indicaram grande homogeneidade das pastas cerâmicas, evidenciando que as fontes de cerâmica não variaram. Também ficou claro que o manganês é um componente importante dos pigmentos pretos e o ferro, dos desenhos vermelhos. Analogamente, silicatos e potássio são importantes para as pinturas brancas.

Em relação aos vestígios de substâncias químicas foi possível concluir a existência de uma diversidade de usos das vasilhas cerâmicas, caracterizando nitidamente a aplicação na contenção ou preparação de materiais, possivelmente de origem animal (como sangue, carne, fezes) devido à presença de fosfatos e proteínas. Resíduos de minerais são possíveis, mas seriam traduzidos em resultados mais fortemente positivos. Além disso, conteúdo vegetal é pouco provável. Os resíduos vegetais mais comuns (pigmentos, ácidos graxos e polissacarídeos) não foram alvo dos testes deste trabalho.

A aplicação, conjuntamente, de métodos físicos de detecção e métodos químicos de identificação de vestígios, pode oferecer uma visão global e mais detalhada da tecnologia cerâmica do material de Brotas. Assim, é muito importante que essas análises complementares sejam aplicadas a diversos sítios no Brasil, e que exista cuidado, desde a escavação, para que não ocorra contaminação das peças com substâncias orgânicas atuais, a exemplo de alimentos, saliva, excrementos, além de minerais, bem como poluentes comuns na poeira dos laboratórios das grandes cidades.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos diversos agentes que colaboraram para este trabalho. São eles: 1) os técnicos do MAE-USP, Dária Jacob e Paulo Barreto, por apoios diversos e inúmeras consultas a reserva técnica; 2) Às agências financiadoras de pesquisa: MS agradece à FAPESP pela bolsa de mestrado, proc 2007/52207-7 e à Rede Macro Universidades de América Latina y el Caribe, pelo auxílio para estágio no México; Ao CNPq pelas bolsas de produtividade científica de MAC proc. 310373/2016-6, GC proc. 307041/2014-0 e CRA proc. 305695/2013-4.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Marisa Coutinho. Um olhar para a arqueologia pré-histórica do Estado de São Paulo (Tese de Livre Docência). Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- AMENOMORI, Sandra Nami. *Paisagem das ilhas, as ilhas da paisagem: a ocupação dos grupos pescadores-coletores pré-históricos no litoral norte do Estado de São Paulo*. (Dissertação de Mestrado em Arqueologia) Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- APPOLONI, Carlos Roberto. Recent developments in atomic/nuclear methodologies used for the study of cultural heritage objects. *XXXV Brazilian Workshop on Nuclear Physics. AIP Conference Proceedings*. p 30-39, 2013.
- APPOLONI, Carlos Roberto; PARREIRA, Paulo Sergio; RIZZO, Márcia. Aplicação de um equipamento portátil de EDXRF no acompanhamento dos trabalhos de restauro de pinturas murais na Igreja da Paróquia Imaculada Conceição (São Paulo, SP). *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação*, v. 1 (4), p. 161-164, 2007.
- APPOLONI, Carlos Roberto; PARREIRA, Paulo Sergio; LOPES, Fabio. Métodos e técnicas de caracterização aplicadas ao estudo do patrimônio cultural: trabalhos desenvolvidos pelo LFNA-DFIS. *Revista CPC Universidade de São Paulo*, v. 6, p. 198-207, 2008.
- APPOLONI, Carlos Roberto; ESPINOZA-QUIÑONES, Fernando Rodolfo; ARAGÃO, Pedro Henrique Arruda; SANTOS, Adenilson Oliveira dos; SILVA, Luzeli Moreira da; BARBIERI, Paulo Fernando; NASCIMENTO FILHO, Virgílio Franco do; COIMBRA, Melayne Martins. EDXRF study of Tupi-Guarani archaeological ceramics. *Radiation Physics and Chemistry*. v.61, p.711 – 712, 2001.
- ARRHENIUS, Olof. Fosfathalten i Skanska Jordar. *Sveriges Geologiska Undersokning*, v. 28, p. 1–30, 1934.
- ARRHENIUS, Olof. Investigation of soils from old sites. *Ethnos* v. 2-4, p. 122-136, 1963.
- BAKKEVIG, Sverre. Phosphate analysis in Archaeology: problems and recent progress, *Norwegian Archaeological Review*, Oslo, v.13, n. 2, p. 73-100, 1980.
- BARBA, Luis; BELLO, Gregorio. Análisis de fosfatos en el piso de una casa habitada actualmente. *Notas Antropológicas*. v.1, nota 24, p.188-193, 1978.
- BARBA, Luis; MEJÍA-PÉREZ CAMPOS, Elizabeth. *El análisis en la arqueología: historia y perspectivas*. Mexico DF: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, 1994.
- BARBA, Luis; LAZOS, Luz. Chemical analysis of floors for the identification of activity areas: A Review. *Antropología y Técnica*. v. 6, p. 59-70, 2000.
- BARBA, Luis; MANZANILLA, Linda. Estudio de areas de actividad. In: MANZANILLA, Linda (Ed.) *Cobá, Quintana Roo: Análisis de dos unidades habitacionales Mayas del horizonte clásico*. I.I.A., México DF: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), p. 69-115, 1987.
- BARBA, Luis; ORTIZ, Agustín. Análisis químico de pisos de ocupación: un caso etnográfico en Tlaxcala, México. *Latin American Antiquity*. v.3 n. 1, p. 63-82, 1992.
- BARBA, Luis; PÉREZ RIVAS, Manuel E. Pruebas químicas y áreas de actividad en contextos domésticos del norte del área maya: un análisis comparativo. In: *Actas del III Congreso Internacional de Mayistas. Vol II, Chetumal*: Universidade de Quintana Roo, (IIE-UNAM) p. 537-563, 2002.

- BARBA, Luis; RODRÍGUEZ, Roberto; CÓRDOVA, José Luis. *Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología*. Série Cuadernos de Investigación. Mexico DF: Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 1991.
- BARBA, Luis; TOVALÍN AHUMADA, Alejandro. Estudio de las unidades habitacionales antes de la excavación, in Cobá, Quintana Roo. In: MANZANILLA, Linda. (Ed.) *Cobá, Quintana Roo: Análisis de las Unidades Habitacionales Mayas*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1987, p. 332-337.
- BROCHADO, José Proenza. What did the Tupinambá cook in their vessels? An humble contribution to ethnographic analogy. *Revista de Arqueologia*. São Paulo. 6:40:88, 1991.
- BUENO, Francisco da Silveira. *Vocabulário Tupi-Guarani-Português*. 2ª edição. São Paulo: Editora Gráfica Nagy Ltda. 1993.
- CAÑABATE GUERRERO, María Luisa; SÁNCHEZ VIZCAÍNO, Alberto. Análisis de indicadores bioquímicos del contenido de recipientes arqueológicos. *Complutum*, v. 6: 281-291, 1995.
- CAÑABATE GUERRERO, María Luisa; SÁNCHEZ VIZCAÍNO, Alberto. *Indicadores químicos para la arqueología*. Jaén: Centro Andaluz de Arqueología Ibérica - Universidad de Jaen, p. 59-115. 1998.
- CARTER, Kari J. *Phosphate as an indicator of occupational intensity at shell midden sites on the central coast of British Columbia* (Dissertação de Mestrado), McMaster University. Hamilton (Ontario): McMaster University. 107 p.
- CASOLI, Antonella; MIRTI, Piero; PALLA, Gerardo. Characterization of medieval proteinaceous painting media using gas chromatography and gas chromatography — mass spectrometry. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, v. 352, n. 3: 372-379, 1995
- CLEMENTE, Celso Augusto; ABRAHÃO, Ibrahim O.; MARCONI, Arary; LORANDI, Reinaldo. Latossolos da bacia do Ribeirão do Lobo (Brotas - Itirapina, SP): II. Mineralogia. *Ann. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz*, v. 43 n. 2, p. 735-749, 1986
- EIDT, Robert C. Detection and examination of anthrosols by phosphate analysis. *Science*, v. 197, p. 1327-1333, 1977.
- EVERSHED, Richard P.; HERON, Carl; GOAD, L. John. Analysis of organic residues of archaeological origin by high-temperature gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *Analyt.* v. 115, p. 1339-1342, 1990.
- FEIGL, Fritz; ANGER, Vinzenz. *Spot Tests in Organic Analysis*. 7a Ed. New York: Elsevier Publ. Co. 1958.
- GALEMBECK, Fernando; SILVA, Maria do Carmo V. M. da; ROSSETO, Renato. A plasticidade dos amorfos: fazendo pigmentos brancos com fosfato de alumínio. *Quím. Nova* [online]. v.30, n.3, p. 745-748. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000300041>. 2007.
- HANSEL, Fabrício Augusto; FOSSARI, Teresa Domitila; MADUREIRA, Luis Augusto dos Santos. Lípidios em sedimentos arqueológicos – resultados preliminares do sítio arqueológico Rio do Meio, Ilha de Santa Catarina (SC). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32.n. 1, 2008.
- HERON, Carl; EVERSHED, Richard P. The analysis of organic residues and the study of pottery use In.: Schiffer M. B. (ed.) *Archaeological Method and Theory*, Vol. 5, New York: Academic Press, p. 247-284, 1993.
- IBGE. *Dados básicos de cidades*. Disponível em: <[Cidades@.http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=350790&search=||infogr%E1ficos:-hist%F3rico](http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=350790&search=||infogr%E1ficos:-hist%F3rico)>. Acessado em 4/Jan/ 2018.
- MANZANILLA, Linda (Ed.) *Cobá, Quintana Roo: Análisis de dos unidades habitacionales Mayas del horizonte clásico I.I.A.* México DF: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1997.

- MANZANILLA, Linda; BARBA, Luis. The study of activities in classic households. Two case studies from Coba and Teotihuacan”, *Ancient Mesoamerica*, 2: 299-307, 1990.
- MEJÍA, Elizabeth; BARBA, Luis. El análisis de fosfatos en la arqueología: historia y perspectivas. *Anales de Antropología*, v.25, p. 127-147, 1988.
- MONTEIRO, John M. As “raças” indígenas no pensamento brasileiro do Império. In: MAIO, Marcos C. e SANTOS, Ricardo V. *Raça, Ciência e Sociedade*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/Centro Cultural Banco do Brasil, p. 15-22, 1996.
- NOELLI, Francisco Silva e BROCHADO, José Proença. O cauim e as beberagens dos Guarani: equipamento, técnicas de preparação e consumo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, n. 8, p. 117-128, 1998.
- ORTIZ DÍAZ, Edith (ed.). *VI Colóquio Pedro Bosch Gimpera. Lugar, espacio y paisaje en arqueología: Mesoamérica y otras áreas culturales*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México. 2010.
- ORTIZ BUTRÓN, Agustín. *Determinación de las Características de un barrio teotihuacano con Arqueometría. El caso de Teopanaczo* (Tesis doctoral). Mexico DF: Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, 2015.
- ORTIZ BUTRÓN, Agustín. *Oztoyahualco: Estudio químico de un conjunto de los pisos de un conjunto residencial Teotihuacano* (Tesis de Licenciatura). Escuela Nacional de Antropología e Historia. Mexico DF: Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), 1990.
- PATRICK, Mary K.; KONING, Adrianus Jan.; SMITH, Andrew B. Gas-liquid chromatographic analysis of fatty acids in food residues from ceramics found in the southwestern Cape, South Africa. *Archaeometry*, v. 27, p. 231-246, 1985.
- PECCI, Alessandra; ORTIZ, Agustín; BARBA, Luis; MANZANILLA, Linda R. Distribución espacial de actividades humanas con base en el análisis químico de los pisos de Teopanaczo, Teotihuacan. In.: Ortiz Díaz, Edith (ed.). *VI Colóquio Bosch Gimpera. Lugar, espacio y paisaje en arqueología: Mesoamérica y otras áreas culturales*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México: 447-472, 2010.
- PÉREZ, R. Manoel, BARBA, Luis. Pruebas químicas y areas de actividad en contextos domésticos del norte del area maya: un análisis comparativa. In: *Congreso Internacional de Mayistas, III, Chetumal*. Universidade de Quintana Roo (UNAM), 2002
- PROSCH-DANIELSEN, Lisbeth; SIMONSEN, Asbjorn. Principal components analysis of pollen, charcoal and soil phosphate data as a tool in prehistoric land-use investigation at Forsandmoen, Southwest Norway. *Norwegian Archaeological Review*, v. 21, p. 85-102, 1988.
- PURINTON, Nancy; WAITERS, Mark. *A Study of the Materials Used by Medieval Persian Painters. Journal of the American Institute for Conservation*, v. 30, n. 2, p. 125-144, 1991.
- SALLUM, Marianne. Estudo do gesto em material cerâmico do sítio Gramado - município de Brotas, São Paulo (Dissertação de Mestrado), Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, 2011.
- SALLUM, Marianne. Colonialismo e Ocupação Tupiniquim no litoral sul de São Paulo: uma história de persistência e prática cerâmica. (Tese de doutorado), Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, 2018.
- SCHEUER, Loëll Herta. *Estudo da cerâmica popular do Estado de São Paulo*. São Paulo: Conselho Estadual de Cultura, 1976.

- SILVA, Fabíola Andréa; APPOLONI, Carlos Roberto; QUIÑONES, Fernando Rodolfo Espinosa; SANTOS, Ademilson O.; SILVA, Luzeli M. da; BARBIERI, Paulo Fernando; NASCIMENTO FILHO, Virgílio Franco do. A Arqueometria e a análise de artefatos cerâmicos: um estudo de fragmentos cerâmicos etnográficos e arqueológicos por fluorescência de Raios X (EDXRF) e transmissão Gama. *Revista de Arqueologia*, v. 17, p 41-61, 2004.
- SILVA, Fabíola Andréa; NOELLI, Francisco Silva. Arqueologia e Linguística: construindo as trajetórias histórico-culturais dos povos Tupi. *Revista Crítica e Sociedade: revista de cultura política*. Uberlândia. V. 7, n 1, p 55-87, 2017.
- VANDENABEELE, Peter; WEHLING, Bernhard; MOENS, Luc; EDWARDS, Howell; DE REU, Martine; VAN HOOYDONK, Guido. Analysis with micro-Raman spectroscopy of natural organic binding media and varnishes used in art, *Analytica Chimica Acta*, v. 407: 261-274, 2000.
- VINBERG, Andreas. *Phosphates – The Invisible Garbage*. Estocolmo: Archaeological Excavations Dept. The Hägersten; Swedish National Heritage Board, p 30, 1990.

Recebido em: 26/01/2018

Aprovado em: 03/05/2018

Publicado em: 30/11/2018

**ESTUDOS EM ARQUEOMETRIA E ARTE POR METODOLOGIAS NUCLEAR-
ATÔMICO-MOLECULARES NÃO DESTRUTIVAS NO LABORATÓRIO DE
FÍSICA NUCLEAR APLICADA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA**

***STUDIES IN ARCHEOMETRY AND ART BY NON-DESTRUCTIVE NUCLEAR-
ATOMIC-MOLECULAR METHODOLOGIES
IN THE APPLIED NUCLEAR PHYSICS LABORATORY OF THE STATE
UNIVERSITY OF LONDRINA***

Carlos Roberto Appoloni

Como citar este artigo:

APPOLONI, Carlos Roberto. Estudos em arqueometria e arte por metodologias nuclear-atômico-moleculares não destrutivas no laboratório de física nuclear aplicada da Universidade Estadual de Londrina. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 219-228, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Estudos em arqueometria e arte por metodologias nuclear-atômico-moleculares não destrutivas no laboratório de física nuclear aplicada da Universidade Estadual de Londrina

Carlos Roberto Appoloni ^a

Resumo: No Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA – DFIS/UEL) diferentes combinações de metodologias nucleares, atômicas e moleculares têm sido empregadas para estudos de objetos do patrimônio cultural. Metodologias como a Fluorescência de Raios X (nas diferentes modalidades EDXRF, PXRF, TXRF), a Espectroscopia Raman e a Transmissão de Raios Gama têm sido empregadas no estudo de diferentes tipos de objetos arqueológicos e, quando necessário, em colaboração com outros laboratórios, em conjunto com técnicas como a Emissão de raios X induzida por partículas (PIXE), Espectroscopia Mössbauer, Microscopia Eletrônica, Radiografia Digital, Difração de Raios X e Retroespalhamento Rutherford (RBS), entre outras. Neste contexto, apresenta-se uma síntese dos trabalhos realizados desde o início do envolvimento do LFNA com Arqueometria e Artes, fazendo um pequeno recorte dentro da larga gama de objetos do patrimônio cultural analisados, focando alguns materiais cerâmicos.

Palavras Chave:

Arqueometria; Métodos; Nucleares; Atômicos; Moleculares.

Abstract: Different combinations of nuclear, atomic and molecular methodologies are employed in the Laboratory of Applied Nuclear Physics (LFNA - DFIS / UEL) to study objects of cultural heritage. Methodologies such as X-Ray Fluorescence (in the different modalities EDXRF, PXRF, TXRF), Raman Spectroscopy and Gamma Ray Transmission have been employed to the study of different types of archaeological objects and when necessary, in collaboration with other laboratories, in conjunction with techniques such as particle induced X-ray emission (PIXE), Mössbauer Spectroscopy, Electron Microscopy, Digital Radiography, X-ray Diffraction and Rutherford Backscatter (RBS), among others. In this context, a synthesis of work accomplished since the beginning of the LFNA's involvement with Archaeometry and Arts is presented, making a small cut within the wide range of cultural heritage objects analyzed, focusing on some ceramic materials.

Keywords:

Archaeometry; Methods; Nuclear; Atomic; Molecular.

^a Universidade Estadual de Londrina (UEL), Brasil; Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação em Física, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil; Proc. No. 305.695/2013-4 e INCT-FNA CNPq Proc. No. 464898/2014-5. E-mail: appoloni@uel.br

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) tem se envolvido desde 1993 com uma grande variedade de questões a serem respondidas sobre objetos do Patrimônio Cultural, com materiais de diferentes geometrias e matrizes, o que implica em uma grande variedade de dificuldades experimentais para enfrentar e resolver (APPOLONI, 2013; APPOLONI et al., 2013a). As cerâmicas arqueológicas têm sido os objetos de estudo mais freqüentes desde o início (APPOLONI, et al., 1994; APPOLONI, 1996; APPOLONI et al., 1997) e até o presente (MILHEIRA et al, 2009; IKEOKA et al. 2012; IKEOKA, 2014; IKEOKA et al. 2017; JUSSIANI et al. 2017), mas outros materiais tem sido também estudados, como imagens policromáticas em madeira (BLONSKI e APPOLONI, 2014), pinturas murais (RIZZO et al, 2007), moedas (PARREIRA et al., 2009), obsidianas (GALVÃO et al., 2010), arte rupestre (APPOLONI et al. 2010; APPOLONI et al. 2014), e pinturas de cavalete (APPOLONI et al., 2007; RAVAUD et al., 2009 e APPOLONI et al. 2013b), entre muitos outros tipos diferentes de objetos. Será apresentada a revisão de alguns trabalhos realizados desde o início do envolvimento do LFNA com Arqueometria, realizando um pequeno recorte focando materiais cerâmicos, dentro da larga gama de objetos do patrimônio cultural analisados.

DENSITOMETRIA - TRANSMISSÃO DE RAIOS GAMA e MICROTOMOGRAFIA

A metodologia de densitometria por transmissão de raios gama consiste em se fazer uma “varredura” da amostra, para se inspecionar a estrutura interna e homogeneidade da pasta cerâmica, através da atenuação da radiação gama pelos diferentes fragmentos. Várias fontes radioativas podem ser usadas, em função da escolha da energia dos raios gama ser feita levando em conta a espessura das amostras. A fonte tipicamente usada é a de ^{241}Am , que se aplica bem para o intervalo usual de espessura e densidade das cerâmicas arqueológicas.

O primeiro trabalho publicado por membros do LFNA reportando resultados de densitometria com raios gama (APPOLONI, et al., 1994), tratou de nove fragmentos de cerâmicas da tradição Caingangue pertencentes à coleção arqueológica do Museu Histórico Padre Carlos Weiss, da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Neste trabalho foram usadas duas fontes de raios gama, ^{241}Am (raios gama de 59,5 keV) e ^{153}Gd (raios gama de 44,0 e 99,8 keV), cadeia eletrônica padrão de espectrometria gama, um detector cintilador de NaI(Tl) de 2”, sistema para movimentação milimétrica vertical e horizontal das amostras e colimadores de Pb na saída das fontes radioativas e entrada do detector. As gamagrafias em passos de 1 mm ao longo das amostras em três posições diferentes, mostraram considerável diferença de densidade e composição entre os fragmentos. O número atômico médio da composição do fragmento mais denso era 36% maior que o do fragmento menos denso do conjunto de amostras. Por outro lado, o valor da densidade ao longo de cada amostra mostrou que alguns fragmentos eram muito homogêneos, enquanto que outros ou eram muito heterogêneos ou apresentavam a presença de chamotes de densidade bem mais alta que a pasta cerâmica.

Dentre outros trabalhos do LFNA empregando esta metodologia, destacamos o trabalho de SILVA, et al. 2004. Este trabalho trata da análise arqueométrica de diferentes conjuntos cerâmicos arqueológicos e etnográficos atribuídos a populações Tupi. O objetivo foi ressaltar a importância das análises arqueométricas para o entendimento dos materiais cerâmicos. Estas análises são um meio privilegiado de acesso a um conjunto de dados fundamentais para a compreensão dos processos tecnológicos de diferentes populações, que permite aos arqueólogos melhor compreenderem as características de performance dos artefatos cerâmicos, possibilitando a construção de tipologias mais refinadas e, por outro lado, ampliando o entendimento sobre as características das tradições arqueológicas. Um dos métodos empregados foi o de densitometria por transmissão de Raios Gama, cujo objetivo foi identificar a existência ou não de uso de

antiplásticos na composição da pasta cerâmica e perceber as possíveis diferenciações no processo de preparação da argila e construção do vasilhame cerâmico.

As amostras foram examinadas com passo de translação horizontal de 1mm, em três diferentes níveis verticais, espaçados de 6,5mm, em região afastada das bordas.

O estudo arqueométrico foi realizado com fragmentos cerâmicos arqueológicos e etnográficos oriundos de duas regiões geográficas distintas: da região amazônica (centro-sul do Estado do Pará) e da região sul (norte do estado do Paraná). Os fragmentos cerâmicos etnográficos foram produzidos pelos Asurini do Xingu e os fragmentos cerâmicos arqueológicos amazônicos foram coletados na área de ocupação dos Asurini do Xingu e na área dos Kayapó-Xikrin do Cateté, sendo identificados como de origem Tupi. Os fragmentos cerâmicos arqueológicos da região sul foram coletados na Fazenda Santa Dalmácia, no município de Cambe, norte do Paraná, e foram identificados como pertencentes à “Tradição Tupiguarani”. Diferentes qualidades tecnológicas em termos da densidade e homogeneidade da pasta foram observadas, assim como a presença de vários tipos de anti-plásticos.

Informações sobre a densidade e homogeneidade da pasta, a presença de temperos ou buracos e a porosidade da pasta cerâmica, também podem ser obtidos pela técnica de radiografia digital (CURADO, J. F. et al, 2013; IKEOKA, 2014) ou por microtomografia com raios X (KULKOVA, M. A. e KULKOV, A. M., 2014,).

Mais recentemente passou-se a realizar este tipo de medida de forma mais completa no LFNA através da microtomografia com raios X, com a qual pode-se obter um perfil de distribuição dos tamanhos de poro da amostra, o perfil de distribuição dos tamanhos dos anti-plásticos e a porosidade ao longo da amostra, além da visualização tridimensional completa da mesma (JUSSIANI et al, 2017).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA ELEMENTAR – FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

A técnica de Fluorescência de Raios X por Dispersão em Energia (EDXRF) tem sido amplamente usada no estudo de objetos arqueológicos desde o final dos anos cinquenta do século XX (HALL et al, 1964) e consiste na excitação dos átomos da amostra por um feixe de raios X, seguida da emissão dos raios X característicos pelos elementos constituintes da amostra e sua detecção (VAN GRIEKEN e MARKOWICZ, 2002).

O primeiro trabalho publicado por membros do LFNA na análise de cerâmicas arqueológicas combinando várias metodologias (APPOLONI et al.,1997) foi um estudo envolvendo Transmissão de Raios Gama, Retroespalhamento Rutherford (RBS) e EDXRF da coleção de fragmentos cerâmicas da tradição Caingangue, pertencentes à coleção arqueológica do Museu Histórico Padre Carlos Weiss, referidos anteriormente. As determinações quantitativas de elementos por RBS e EDXRF permitiram medir a composição não somente da pasta cerâmica, mas também das superfícies externas e internas, permitindo hipotizar sobre a possível composição dos pigmentos ou materiais usados para a decoração plástica. É citada na literatura a dificuldade de distinguir visualmente entre, por exemplo, a tinta de hematita aguada e uma tinta orgânica ou uma resina aplicada após a queima (MILLER JR., 1978). A análise multielementar apresentada resolve esta questão. A presença de Fe em altas concentrações nas superfícies interna ou externa em relação à pasta cerâmica é forte indicador do uso de pigmento mineral. No estado do Paraná a hematita não aparece em grandes massas, mas como componente da Laterita, uma crosta de Fe, Alumina e outros elementos, que, após sua formação e endurecimento, aparece na superfície por processos de erosão. É este composto que era usado para a decoração plástica, fazendo com que a análise da composição dos pigmentos mostre Fe, Al e elementos-traço característicos de cada região, devido ao complexo processo físico-químico da formação e endurecimento das crostas lateríticas.

A técnica de EDXRF, nas suas modalidades de bancada (EDX), portátil (PXRF) e de reflexão total (TXRF), tem sido utilizada em vários trabalhos de Arqueometria no LFNA e em colaboração com outros laboratórios.

Um estudo envolvendo o LFNA e o LIN/CENA/USP (CUNHA e SILVA et al., 2005), combinando a EDXRF convencional, a microfluorescência de raios X (μ -XRF) com fonte de luz Síncrotron e a Microscopia Eletrônica de Varredura acoplada com Fluorescência de Raios X Dispersiva (SEM/EDS), forneceu resultados ainda mais aprofundados para trinta amostras cerâmicas do centro-sul do Estado do Pará (Xikrin e Assurini) e do norte do estado do Paraná (Tupi Guarani), parte delas discutidas nos trabalhos relatados anteriormente. Foi realizado o mapeamento 2D por μ -XRF dos elementos K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn e Rb nas amostras com passo de 20 micra, numa área de 0,20 por 0,36 mm na pasta cerâmica. A Figura 1 apresenta uma foto das amostras. A Figura 2 apresenta a distribuição 2D para os elementos Ca e Fe numa das amostras. Com os valores das concentrações medidas por EDXRF realizou-se uma análise multivariada dos dados (HCA com o programa estatístico SAS), obtendo-se o dendrograma mostrado na Figura 3, no qual são observados dois grupos: 1 (com dois sub grupos 1A e 1B), e 2 (com dois sub grupos 2A e 2B).

COMPOSIÇÃO MOLECULAR POR ESPECTROSCOPIA RAMAN

A base da técnica da espectroscopia Raman é a excitação da amostra por um laser e a detecção do espectro dos deslocamentos Raman observados (diferença entre o número de onda da luz do espalhamento Rayleigh e da luz do espalhamento Raman Stokes). Com este tipo de espectro é possível determinar a composição molecular da amostra. Cada pico corresponde a um modo vibracional excitado de uma molécula presente na amostra, e muitas vezes uma única molécula é capaz de gerar diversos picos. Assim, os picos do espectro caracterizam a composição molecular da amostra (FERRARO et al., 2003; APPOLONI et al., 2014). Desta forma, esta metodologia pode ser empregada tanto para caracterizar os compostos de um pigmento da decoração plástica de uma cerâmica, como a composição mineralógica da pasta e, através desta, inferir a dureza do material, assim como a atmosfera e temperatura de queima do objeto.

Num trabalho do LFNA com fragmentos cerâmicos de sítios arqueológicos localizados no Maranhão (IKEOKA, 2014; IKEOKA et al. 2017), em que foram empregadas seis metodologias de análise (EDXRF, PIXE, Espectroscopia Mössbauer, Espectroscopia Raman, Difração de Raios X e Radiografia Digital), os resultados de espectroscopia Raman (ER) foram relevantes e congruentes com os de outras metodologias (Espectroscopia Mössbauer e Difração de Raios X) para a determinação da atmosfera e temperatura de queima. As amostras analisadas por ER foram provenientes dos seguintes sítios arqueológicos: Bacanga, em São Luis (6 amostras), Panaquatira, em São José de Ribamar (5 amostras) e Rabo de Porco, em Bacabeira (2 amostras). Utilizou-se um espectrômetro Raman portátil, modelo InspectoR da DeltaNu, com laser em 785 nm com potência máxima de 120 mW, com 8 cm^{-1} de resolução e alcance espectral de $200\text{-}2000\text{ cm}^{-1}$. Primeiramente, só foram levados em consideração para a análise as bandas cujas larguras à meia altura eram maior que 16 cm^{-1} . Em seguida, as bandas cujas contagens eram menores que 5% da contagem da banda mais intensa observada também foram descartadas. Por fim, as bandas medidas foram classificadas de acordo com suas intensidades usando a seguinte convenção:



Figura 1 - Fotografia dos fragmentos cerâmicos arqueológicos analisados e seus códigos (extraída de CUNHA e SILVA et al., 2005).

Muito intenso (mi): 100 a 70% do maior pico; Intenso (i): 70 a 50% do maior pico; Médio (m): 50 a 15% do maior pico; Fraco (f): 15 a 5% do maior pico. Vamos apresentar apenas alguns dos resultados decorrentes das análises dos espectros medidos. Nos 13 fragmentos analisados por espectroscopia Raman foram detectados hematita, quartzo, wollastonita e albita. As bandas detectadas nas amostras em torno de 263, 574 e 1315 cm^{-1} indicam assim a presença de hematita nos fragmentos. A presença de hematita indica que a atmosfera de queima da peça cerâmica foi oxidante (OLIVARES et al., 2010). Foram encontradas em todos os fragmentos bandas em 438 (m), 1080 (f) e 1159 (f) cm^{-1} que correspondem às bandas do quartzo. É sabido que o quartzo é um mineral comum em cerâmicas antigas e sua presença indica que a matéria prima utilizada na fabricação das cerâmicas era rica em sílica. A presença de wollastonita foi indicada devido às bandas detectadas em todas as amostras em torno de 970 (m) e 1080 (f) cm^{-1} . A wollastonita é um dos polimorfos do CaSiO_3 , e é uma fase formada na interface entre minerais carbônicos e quartzo a temperaturas acima de 950 °C (OLIVARES et al., 2010). Isso indica que a temperatura de queima, em algum momento, ultrapassou ou chegou perto dessa temperatura para que houvesse a formação da wollastonita. Outro mineral detectado em todos os fragmentos foi a albita. As bandas do espectro Raman medidas em 492, 574 e 1080 cm^{-1} correspondem às três bandas características da albita. A albita é um mineral que pertence ao grupo de feldspatos plagioclásios e sua presença indica que a temperatura de queima foi abaixo de 950 °C (RASKOVSKA et al., 2010). A detecção simultânea de albita e da wollastonita nos permite determinar, dentro de certo intervalo, a temperatura limite de queima dos fragmentos cerâmicos analisados. Podemos afirmar que a temperatura máxima de queima não ultrapassou 1.000 °C, caso contrário a albita não seria detectada, ou estaria presente em muito menor intensidade, e deve ter sido maior que 900 °C para permitir que a wollastonita tenha sido formada e detectada. Portanto, a temperatura de queima deve ter ocorrido no intervalo de 900-1000 °C e a atmosfera predominante foi oxidante.

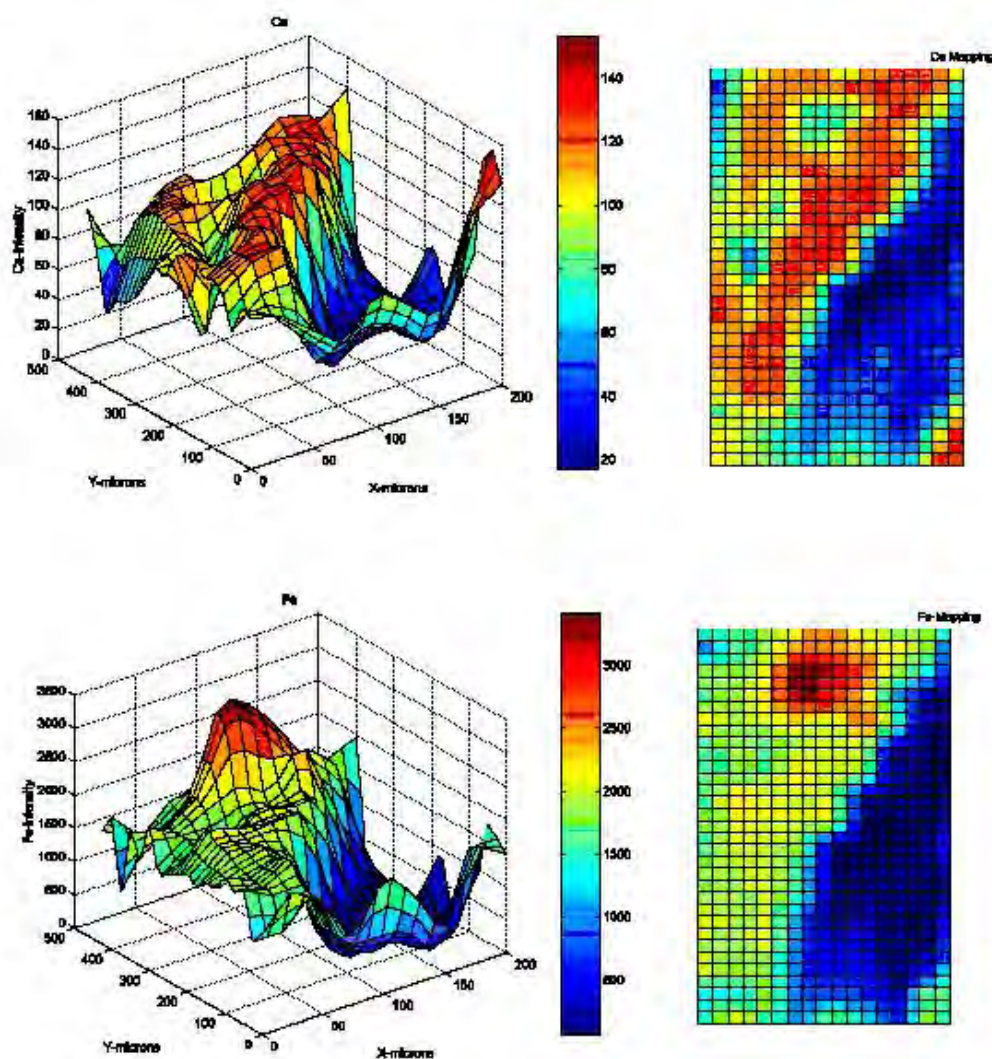


Figura 2 - Mapeamento dos elementos químicos Ca e Fe na pasta da amostra 35 (escala em ppm), extraída de CUNHA e SILVA et al., 2005. Extraída de CUNHA e SILVA et al., 2005.

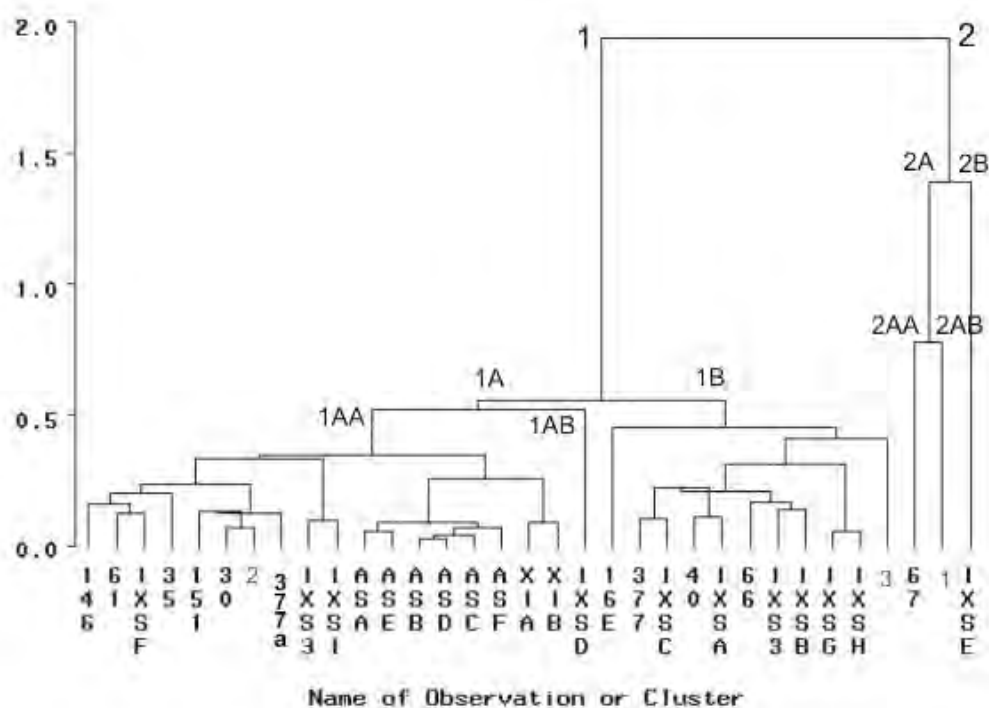


Figura 3 – Dendrograma com as 30 amostras de cerâmicas e 3 amostras de argilas do norte do Paraná (números em vermelho), analisadas pelo método de agrupamento médio (Extraída de CUNHA e SILVA et al., 2005). Extraída de CUNHA e SILVA et al., 2005.

COMENTÁRIOS FINAIS

Diferentes combinações de metodologias nuclear-atômico-moleculares têm sido empregadas no Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA) e em colaboração com outras instituições, para aplicações em muitas áreas, em especial, dentre elas a Arqueometria e Arte desde o início dos anos 90 (www.fisica.uel.br/gfna). Metodologias como a Espectrometria, Transmissão e Espalhamento de Raios Gama, Espectroscopia Mössbauer, Microscopia Eletrônica de Varredura e Transmissão, Microtomografia com Raios X, Fluorescência de raios X (EDXRF, PXRF, TXRF), Espectroscopia Raman, Radiografia Digital e Difração de Raios X, dentre outras, têm sido empregadas. Cada uma delas pode ser utilizada isoladamente ou combinadas, a fim de aumentar e aprofundar a qualidade da análise. Neste trabalho revisamos alguns trabalhos com cerâmicas arqueológicas empregando a Fluorescência de Raios X, a Espectroscopia Raman, a Transmissão de Raios Gama e a Microtomografia com Raios X apresentando os resultados de interesse para a análise destes objetos do patrimônio cultural.

REFERÊNCIAS

- APPOLONI, C. R., PARREIRA, P.S. and DE SOUZA, E. A gamma ray study of indian ceramics from southern Brazil. *Conference Records of the 4th International Conference on Non-Destructive Testing of Works of Art*, Berlin, V. 01, pp. 400-407, 1994.
- APPOLONI, C. R. Non-destructive analysis of brazilian archaeological pottery from the region of Londrina city. *Conference Records of the 5th International Conference on Non-Destructive Testing and Environmental Evaluation for Study of Works of Art*, V. 01, pp. 75-88, 1996.
- APPOLONI, C. R., PARREIRA, P. S., SOUZA, E. de, QUACCHIA, J.C.A., NASCIMENTO FILHO, V.F. do, GIGANTE, G. E., CESAREO, R. e da CUNHA e SILVA, R. M. Estudo de cerâmicas arqueológicas do Paraná por técnicas nucleares não-destrutivas. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo*, São Paulo, V. 2, p. 135-149, 1997.
- APPOLONI, C. R.; BLONSKI, Maria Sélia ; PARREIRA, P. S. ; SOUZA, Luiz A C . Study of the pigments elementary chemical composition of a painting in process of attribution to Gainsborough employing a portable X-rays fluorescence system. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A*, v. 580, p. 710-713, 2007.
- APPOLONI, C. R., LOPES, F., MELQUIADES, F. L. e PARELLADA, C. I. In situ pigments study of rock art at Jaguariaíva 1 archaeological site (Paraná, Brazil) by portable energy dispersive X-ray fluorescence. *FUMDHAMentos*, V. 09, p. 555-562, 2010
- APPOLONI, C. R. Recent developments in atomic/nuclear methodologies used for the study of cultural heritage objects. XXXV Brazilian Workshop on Nuclear Physics. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1529, p. 30-39, 2013.
- APPOLONI, C. R., PARREIRA, P. S. e LOPES, F. Nineteen years of activities on Art, Archaeometry and Cultural Heritage Conservation at the Applied Nuclear Physics Laboratory (LFNA) UEL Brazil. *4.o Simposio Latinoamericano de Métodos de Física y Química en Arqueología, Arte y Conservación de Patrimonio Cultural - LASMAC 2013*, Bogotá. DVD Memorias Simposio LASMAC2013. Bogotá: Asociación Química Colombiana. Volume. único p. 1-5, 2013a.
- APPOLONI, Carlos R.; LOPES, Fabio ; BRUNO, M. A. . Analysis of the painting ‘Moema’ by PXRF, TXRF and Raman Spectroscopy. In: BARBOSA, Karen (Org.). *Moema - restauração / restoration*. 1ed.São Paulo: Comuniqué Editorial, v. único, p. 59-78, 2013b.
- APPOLONI, C.R., PARELLADA, C.I., JUSSIANI, E.I., MELQUIADES, F.L. and DE OLIVEIRA, F C P . Rock art paintings of Chapadinha shelters, Paraná state, Brazil – an in situ Raman study. *Proceedings of the X International Symposium on RockArt - V Meeting The Brazilian Association of RockArt (ABAR)*, Teresina, p. 18, 2014.
- BLONSKI, M. S. and APPOLONI, C. R. Pigments analysis and gold layer thickness evaluation of polychromy on wood objects by PXRF. *Applied Radiation and Isotopes*, V. 89, p. 47-52, 2014.
- CUNHA e SILVA, R. M. da, NASCIMENTO FILHO, V.F., APPOLONI, C. R. e PEREZ, C.A. Fluorescência de Raios X aplicada a amostras arqueológicas. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, V. 15/16, p. 371-382, 2005.
- CURADO, J. F., ADDED, N. e RIZZUTTO, M. A. Evaluating the presence of porosity in Brazilian archaeological pottery associating X-radiography and PIXE. XXXV Brazilian Workshop on Nuclear Physics. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1529, p. 45-48, 2013.

- FERRARO, J., NAKAMOTO, K. and BROWN, C. *Introductory Raman Spectroscopy*. 2. ed., Elsevier, 434 p., 2003.
- GALVÃO, T. D., LOPES, F. and APPOLONI, C. R. Exame da sensibilidade analítica em sistemas PXRF para análises de obsidianas. IN: BERTOLINO, S., CATTÁNEO, R. e IZETA, A. D. (org.) *La arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, 1^a ed. Córdoba- Argentina, Universidad Nacional de Córdoba - Editorial de la Facultad de Filosofía y Humanidades, pp. 183-188, 2010.
- IKEOKA, R. A. ; APPOLONI, C R ; MARCORI, O. ; Bandeira, Arkley M. . X-RAY FLUORESCENCE, RAMAN AND MULTIVARIATE STATISTICS ANALYSIS OF ARCHAEOLOGICAL POTTERY FROM SÃO LUIZ, MA, BRAZIL. In: 65th Annual Denver X-ray Conference, 2017, Rosemont. *2016 Denver X-ray Conference Proceedings - Advances in X-ray Analysis*. Philadelphia: International Centre for Diffraction Data, 2017. v. 60. p. 190-199.
- IKEOKA, R. A., APPOLONI, C. R., PARREIRA, P. S., FABIO, L. and BANDEIRA, A. M. PXRF and multivariate statistics analysis of pre-colonial pottery from northeast of Brazil. *X-Ray Spectrometry*, V. 41, p. 12-15, 2012.
- IKEOKA, R. A. *Análise de cerâmicas de quatro sítios arqueológicos (MA e SP) por seis métodos analíticos atômicos, moleculares e nuclear*, 175 páginas. Tese. Doutorado em Física. Departamento de Física. Orientador Carlos R. Appoloni. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 17/12/2014.
- JUSSIANI, Eduardo I. ; APPOLONI, C.R. ; TICONA, J. L. ; CRIALES, J. V. ; SAGARNAGA, J. ; SORIA, J. L. P. Análises morfológicas de cerâmicas de povoados de tiwanaku por microtomografia de raios x. In: *VI simposio latinoamericano de física y química en arqueología, arte y conservación del patrimonio cultural - lasmac 2017, 2017, La Paz. Resúmenes LASMAC 2017*. La Paz: LASMAC 2017, v. único. p. 2-2, 2017.
- KULKOVA, M. A. and KULKOV, A. M. Investigations of Early Neolithic ceramics from Eastern Europe by X -Ray microtomography and petrography. *2014 Annual Bruker microCT User Meeting*, Ostend, Belgian, *Electronic Proceedings* at <http://www.skyscan.be/company/usersmeeting2014a.htm>, 7 p., 2014.
- MILHEIRA, R.G., APPOLONI, C.R. e PARREIRA, P.S. Arqueometria em cerâmicas Guarani no sul do Brasil: um estudo de caso. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 19: 355-364, 2009.
- MILLER JR., T. O. Tecnologia cerâmica dos Caingang Paulistas. *Arquivos do Museu Paranense – Nova Série, Etnologia*, 2, 51p., 1978
- OLIVARES, M., ZULUAGA, M. C., ORTEGA, L. A., MURELAGA, X., ALONSO-OLAZABAL, A., URTEAGA, M., AMUNDARAY, L., ALONSO-MARTIN, I. and ETXEBARRIA, N. Characterization of fine wall and eggshell Roman pottery by Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 41, p. 1543-1549, 2010.
- PARREIRA, P. S., APPOLONI, C. R., VIEIRA, R. M. L., SCORZELLI, R. B., LE CORRE, L. and GUERRA, M. F. Precious metals determination in ancient coins by Portable ED-XRF Spectroscopy with a 238Pu source. *ArcheoScience, revue d'archéométrie*, V. 33, p. 313-318, 2009.
- RASKOVSKA, A., MINCEVA-SUKAROVA, B., GRUPCE, O. and COLOMBAN, P. H. Characterization of pottery from Republic of Macedonia II. Raman and infrared analyses of glazed pottery finds from Skopsko Kale. *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 41, p. 431-439, 2010.
- RAVAUD, Élisabeth ; SOUZA, Luiz ; LEÃO, Alexandre ; ROSADO, Alessandra ; APPOLONI, Carlos R. ; LOPES, Fabio ; PARREIRA, Paulo Sergio . Hymeneus travestido assistindo a uma dança em honra a Priapo: estudo científico. In: Pierre Curie. (Org.). *Poussin - Restauração - Hymeneus travestido assistindo a uma dança em honra a Priapo*. São Paulo: Imprensa Oficial, 2009, v. único, p. 81-92.

- RIZZO, M. de M., APPOLONI, C. R. e PARREIRA, P. S. Remoção de sais insolúveis sobre pinturas murais à base de água com acompanhamento in situ por equipamento portátil de EDXRF. *Anais do 1o Simpósio LatinoAmericano sobre Métodos Físicos e Químicos em Arqueologia, Arte e Conservação de Patrimônio Cultural*. TecArt, São Paulo, CR-ROM, p. 239-247, 2007.
- SILVA, F.A., APPOLONI, C. R., QUIÑONES, F.R.E., SANTOS, A.O., SILVA, L.M. da, BARBIERI, P.F. e NASCIMENTO FILHO, V. F. do. A Arqueometria e a Análise de Artefatos Cerâmicos: um estudo de fragmentos cerâmicos etnográficos e arqueológicos por fluorescência de Raios X (EDXRF) e transmissão Gama. *Revista de Arqueologia (Belém)*, V. 17, p. 41-61, 2004.
- VAN GRIEKEN, R. E. and MARKOWICZ, A. A. *Handbook of X-Ray Spectrometry*, Marcel Dekker Inc., New York, pp. 199-236, 2002.

Recebido em: 30/01/2018

Aprovado em: 20/03/2018

Publicado em: 30/11/2018

PATRIMÔNIO PÉTREO PAULISTANO: ANÁLISE SOB A ÓTICA DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS ULTRASSÔNICAS

STONE HERITAGE OF THE CITY OF SÃO PAULO: ANALYSIS FROM THE POINT OF VIEW OF ULTRASOUND PULSE VELOCITY

Eliane Aparecida Del Lama

Alexander Martin Silveira Gimenez

Danielle Grossi

Diego Ferreira Ramos Machado

Luciane Kuzmickas

Natália Mendonça Rodrigues

Como citar este artigo:

DEL LAMA, Eliane Aparecida; GIMENEZ, Alexander Martin Silveira; GROSSI, Danielle; MACHADO, Diego Ferreira Ramos; KUZMICKAS, Luciane; RODRIGUES, Natália Mendonça. Patrimônio pétreo paulistano: análise sob a ótica de propagação de ondas ultrassônicas. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30, p. 229-236, Jul-Dez, 2018.

ISSN 2316 8412



Patrimônio pétreo paulistano: análise sob a ótica de propagação de ondas ultrassônicas

Eliane Aparecida Del Lama*

Alexander Martin Silveira Gimenez*

Danielle Grossi*

Diego Ferreira Ramos Machado*

Luciane Kuzmickas*

Natália Mendonça Rodrigues*

Resumo: A medição da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas, método de análise não destrutivo, é uma técnica eficiente para avaliar o estado de conservação da rocha e a profundidade de penetração de consolidantes em monumentos. Este trabalho objetiva analisar monumentos pétreos da cidade de São Paulo, com base nesta técnica. A superfície de acabamento é um ponto chave na obtenção dos dados, uma vez que superfícies polidas permitem o perfeito acoplamento dos transdutores, favorecendo a execução do ensaio de forma adequada. Os dados apontam rochas não alteradas ou ausência de fraturamento nos monumentos analisados.

Abstract: Ultrasound pulse velocity, a non-destructive analytical method, is an efficient technique to evaluate the state of conservation of the rock and the depth of penetration of consolidants in monuments. This work aims to analyze stone monuments of the city of São Paulo based on this method. The finishing surface is a key point in obtaining the data, since polished surfaces allow the perfect coupling of the transducers, favoring the performance of the test in an appropriate manner. The data indicate unweathered rocks or absence of fractures in the analyzed monuments.

Palavras Chave:

Ultrassom; Monumentos; Métodos não Destrutivos; Patrimônio Pétreo.

Keywords:

Ultrasound; Monuments; Non-destructive Methods; Stone Heritage.

* Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), Brasil, Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia), Apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo (Fapesp), Brasil; (proc. n. 2015/10.858-8). E-mail: edellama@usp.br

INTRODUÇÃO

Métodos não destrutivos são muito adequados para se trabalhar com o patrimônio histórico, uma vez que as análises podem ser realizadas *in situ* e sem sua fragmentação para coleta de amostras.

Vários são os métodos usados na inspeção de bens do patrimônio pétreo, tais como: determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas para avaliar a porção interna da rocha, determinação de cor por espectrofotometria, correlação da resistência por esclerometria, absorção de água com tubo de Karsten, digitalização térmica para detectar cavidades, tomografia computadorizada para inspeção de defeitos internos, espectroscopia Raman para a identificação de compostos químicos, obtenção de imagem por radiação ultravioleta para identificação de anomalias, fluorescência de raios X portátil para detecção de elementos químicos, *laser scanner* 3D, entre outros.

Estudos de caracterização da rocha por métodos não destrutivos já foram realizados em alguns monumentos da cidade de São Paulo (AUGUSTO, 2009; RODRIGUES, 2012; KUZMICKAS; DEL LAMA, 2014; GIMENEZ; DEL LAMA, 2014; GROSSI; DEL LAMA, 2015; GROSSI et al., 2015; MACHADO, 2015; DEL LAMA et al., 2016).

Este trabalho enfoca os resultados dos ensaios realizados, referentes às velocidades de propagação de ondas ultrassônicas, nas rochas utilizadas no patrimônio paulistano.

MÉTODO DO ULTRASSOM

A determinação da velocidade das ondas ultrassônicas permite a avaliação da sanidade da rocha e a identificação de fraturas profundas e superficiais, quando existentes.

Por ser de fácil operação e portabilidade, o método é adequado para análises diretas em monumentos ou, até mesmo, em amostras no laboratório.

O método foi desenvolvido originalmente para análise de concreto, sendo usado desde 1920.

As normas para os ensaios em concreto são: ABNT NBR 8802/94 (ABNT, 1994), BS EN 12504-4 (BS, 2004) e ASTM C-597/2016 (ASTM, 2016). A determinação da velocidade ultrassônica em rochas baseia-se na norma técnica ASTM D 2845/08 (ASTM, 2008).

A velocidade ultrassônica depende da densidade e das propriedades elásticas do material em questão.

O equipamento gera pulsos ultrassônicos de baixa frequência, medindo o tempo que estes levam para atravessar o material de um transdutor emissor para o transdutor receptor.

No ensaio, a distância percorrida pelas ondas ultrassônicas corresponde ao espaçamento entre os transdutores e o tempo de percurso é obtido no equipamento, e, desta forma, obtém-se a velocidade do ultrassom atravessando o material ensaiado, pela fórmula: velocidade = distância/tempo.

Velocidades altas indicam que a rocha não apresenta alteração, sendo que velocidades baixas correlacionam-se com rocha intemperizada ou rocha fraturada.

Há 3 formas para se realizar o ensaio: transmissão direta (os transdutores são colocados em faces opostas do material), transmissão semidireta (os transdutores são colocados em faces adjacentes) e transmissão indireta ou superficial (os transdutores são colocados na mesma face).

Especificamente para determinação de medição de velocidades ultrassônicas em monumentos, Gimenez e Del Lama (2014) apresentam uma proposta.

Por ser não invasivo e sua simplicidade de utilização, o método do ultrassom é muito usado na caracterização da rocha em monumentos no mundo todo (ALMESBERGER et al., 2000; FITZNER, 2004; SILVA, 2005).

O método do ultrassom também é usado para indicar a profundidade de penetração de produtos utilizados no tratamento de rocha (DELGADO RODRIGUES et al., 1996; ÁLVAREZ et al., 2008; PAMPLONA et al., 2008; SCHERER; JIMÉNEZ-GONZÁLEZ, 2008; FERREIRA PINTO; DELGADO RODRIGUES, 2012). Costa e Delgado Rodrigues (2008) indicam o ultrassom como o melhor instrumento para medir a eficácia dos consolidantes em rochas graníticas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução de medidas ultrassônicas em monumentos da cidade de São Paulo, foi utilizado o aparelho V-Meter III da James Instruments Inc. e transdutores planos de 54 kHz e 150 kHz.

As medidas foram realizadas em laboratório, em amostras coletadas em pedreiras e posteriormente serradas e, também, *in situ*, em monumentos e edifícios, onde foram selecionadas as porções mais planas e menos rugosas para facilitar o acoplamento dos transdutores.

Além dos monumentos do centro velho (Sé, *Camões*, *Mário de Andrade*, Biblioteca Mário de Andrade, *José Bonifácio*), foram analisados monumentos no Cemitério da Consolação (*O Sepultamento*), no bairro do Jardim Paulistano (*Monumento em Homenagem ao Club Atlético Paulistano*), defronte ao Parque do Ibirapuera (*Monumento às Bandeiras*) (Figura 1), defronte ao Jóquei Club de São Paulo (*Nostalgia*) e na Cidade Universitária (*Monumento a Ramos de Azevedo*).

Nos ensaios, foram selecionados monumentos representativos do patrimônio paulistano, quais sejam: Catedral Metropolitana, ou simplesmente Sé (Granito Itaquera, Granito Cinza Mauá, Granito Preto Piracaia, Giallo di Siena, Carrara, Verde Saint-Denis e Vermelho Portasanta); *Nostalgia*, *Monumento em Homenagem ao Club Atlético Paulistano*, *O Sepultamento* e *Monumento a Ramos de Azevedo* (Granito Itaquera); *Camões*, Biblioteca Mário de Andrade e *Monumento às Bandeiras* (Granito Cinza Mauá); e *José Bonifácio* (Granito Verde Ubatuba).



Figura 1. Medição da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas pelo método direto no *Monumento às Bandeiras*.

RESULTADOS

Os dados de medição das velocidades de propagação de ondas ultrassônicas, obtidos nas rochas utilizadas no patrimônio paulistano, estão apresentados na Tabela 1, tanto *in situ* quanto em laboratório.

É importante ressaltar que os valores obtidos dependem muito da acoplagem dos transdutores nas superfícies analisadas. A acoplagem em superfícies polidas geralmente é perfeita, sendo os valores de velocidade superiores àqueles obtidos em superfície serrada e/ou outros tipos de superfícies mais irregulares.

O Granito Itaquera apresenta valores de 4,1 a 5,0 km/s para a rocha fresca. Dos monumentos analisados, apenas o *Monumento a Ramos de Azevedo* e a base da esfera armilar do *Monumento em Homenagem ao Club Atlético Paulistano* apresentam valores compatíveis com a rocha sã. Neste último monumento, também foram encontrados os menores valores nas pilastras do banco, local onde há constantemente fogueira acendida por moradores de rua, o que deve ter diminuído a resistência da rocha. Na obra *O Sepultamento*, os valores inferiores foram obtidos em suas bordas e locais afetados por alteração cromática e colonização biológica.

O Granito Cinza Mauá apresenta valores de 4,3 a 5,6 km/s para a rocha sã. Com exceção da estátua de *Camões*, os monumentos analisados estão dentro da faixa da rocha fresca. O valor acima desta faixa encontrada na Biblioteca Mário de Andrade foi obtido em superfície polida.

O Granito Verde Ubatuba apresenta valores de 4,1 a 4,5 km/s e a base do monumento de *José Bonifácio* apresenta valores de 6,0 a 6,6 km/s, obtidos em superfícies polidas.

O Granito Preto Piracaia foi medido apenas na Sé, com valor de 4,1 km/s. Para o Serpentinó Verde Saint-Denis, também foi feita a medição em apenas um ponto, com valor de 4,3 km/s. Considerando-se que ambas as superfícies analisadas são polidas, os valores estão um pouco baixos, implicando em sanidade inferior para estes materiais.

Os mármore analisados apresentam valores acima de 5,1 km/s. Mármore sem alteração normalmente apresentam esta velocidade, e aqui se adiciona ainda que as superfícies medidas são polidas e localizam-se em ambientes internos, o que favorece a preservação de sua integridade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral, os monumentos analisados apresentam-se internamente sem alteração, com base nos valores das velocidades de propagação de ondas ultrassônicas obtidos.

Os dados aqui obtidos permitem inferir que velocidades acima de 4,0 km/s em superfícies serradas ou suavizadas indicam rocha sã.

O acabamento da superfície analisada é essencial na obtenção destes dados, assim, para utilizar-se o método ultrassônico com eficiência, é necessário comparar dados obtidos nas mesmas condições, e não considerar apenas valores absolutos.

Tabela 1. Valores de velocidade de propagação de ondas ultrassônicas de rochas utilizadas no patrimônio paulistano.

Litotipo	Local de ensaio	Superfície analisada	Velocidade (km/s)
Granito Itaquera	Laboratório (1)	Serrada	4,1 – 5,0
	<i>Nostalgia</i> (1)	Serrada	3,4 – 4,1
	<i>Mon. em Hom. ao Club Atlético Paulistano</i> (base da esfera armilar) (1)	Serrada	4,2 – 4,7
	<i>Mon. em Hom. ao Club Atlético Paulistano</i> (pilastras do banco) (1)	Serrada	2,5 – 3,7
	Laboratório (2)	Serrada	4,1 – 4,5
	<i>O Sepultamento</i> (3)	Irregular	3,1 – 4,4
	<i>Monumento a Ramos de Azevedo</i> (4)	Apicoada	4,2 – 5,0
	Laboratório (4)	Serrada	4,2 – 4,8
	Sé (5)	Serrada	3,8
Granito Cinza Mauá	Laboratório (1)	Serrada	4,3 – 5,6
	<i>Camões</i> (1)	Serrada	3,3 – 5,1
	Biblioteca Mário de Andrade (1)	Polida	4,7 – 5,7
	<i>Mário de Andrade</i> (1)	Serrada	4,5 – 4,7
	<i>Monumento às Bandeiras</i> (6)	Irregular	4,6 – 5,3
	Laboratório (6)	Serrada	5,2 – 5,6
	Sé (5)	Serrada	4,4 – 5,5
Granito Verde Ubatuba	Laboratório (1)	Serrada	4,1 – 4,5
	<i>José Bonifácio</i> (1)	Polida	6,0 – 6,7
Granito Preto Piracaia	Sé (5)	Polida	4,1
Giallo di Siena	Sé (5)	Polida	5,7 – 5,9
Carrara	Sé (5)	Polida	6,2
Verde Saint-Denis	Sé (5)	Polida	4,3
Vermelho Portasanta	Sé (5)	Polida	5,1

Fonte: (1) Rodrigues (2012), (2) Kanke (2013), (3) Kuzmickas e Del Lama (2014), (4) Grossi e Del Lama (2015), (5) Machado (2015), (6) Gimenez e Del Lama (2014).

A obtenção de dados ultrassônicos, por se tratar de uma técnica de análise do tipo não destrutivo, é uma ferramenta útil e adequada para a avaliação do estado de conservação de monumentos, podendo ser aplicada no patrimônio pétreo sem reservas. A partir deste diagnóstico, há a possibilidade de ser indicadas e implementadas medidas e formas para recuperação e mitigação de danos nos monumentos alterados, assim como para a própria verificação da eficácia de técnicas de tratamento, como a aplicação de consolidantes. Os trabalhos preventivos com essa ótica podem ser executados em prazos curtos, a um custo mínimo.

Agradecimentos

À Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo) pela concessão do auxílio à pesquisa (proc. 2015/10858-8).

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8802*: Concreto endurecido - Determinação da velocidade de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 1994.
- ALMESBERGER, Dario; GEOMETRANTE, Raffaella; RIZZO, Antonio; SURAN, P. Ultrasonic testing method for the characterization of Pietra D'Istria structural elements. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON DETERIORATION AND CONSERVATION OF STONE, 9., 2000, Venice. *Proceedings...* Venice, 2000. v. 2, p. 317-325.
- ÁLVAREZ, Araceli R.; REDONDO, Félix M.; MENÉNDEZ, Luis V. 2008. Consolidation of granite building stones used in continental climates: San Juan de los Reyes Church in Toledo, Spain. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM STONE CONSOLIDATION IN CULTURAL HERITAGE - RESEARCH AND PRACTICE, 2008, Lisbon. *Proceedings...* Lisbon: LNEC, 2008. p. 213-222.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *D-2845*: Standard method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rock. Philadelphia, 2008.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *C-597*: Standard test method for pulse velocity through concrete. West Conshohocken (PA, EUA), 2016.
- AUGUSTO, Wilian C.B. *Caracterização geológica dos monumentos da cidade de São Paulo*. Monografia de Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IGc-USP), 2009.
- BS - BRITISH STANDARDS. *BS EN 12504*: Testing concrete. Determination of ultrasonic pulse velocity. 2004.
- COSTA, Dória; DELGADO RODRIGUES, José. Evaluation of consolidation treatments applied to granitic materials. Experience and critical overview of laboratory testing. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM STONE CONSOLIDATION IN CULTURAL HERITAGE - RESEARCH AND PRACTICE, 2008, Lisbon. *Proceedings...* Lisbon: LNEC, 2008. p. 389-398.
- DEL LAMA, Eliane A.; DEHIRA, Lauro K.; GROSSI, Danielle; KUZMICKAS, Luciane. The colour of the granite that built the city of São Paulo, Brazil. *Color Research and Application*, 41(3), p. 241-245, 2016.
- DELGADO RODRIGUES, José; COSTA, Dória; SCHIAVON, Nick. Spatial distribution in granite stones. In: DELGADO RODRIGUES, José; COSTA, Dória. (Ed.). *Conservation of granitic rocks*. 1st ed. Lisbon: LNEC, 1996. p. 55-61.
- FERREIRA PINTO, Ana P.; DELGADO RODRIGUES, José. Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants. *Journal of Cultural Heritage*, 13, p. 154-166, 2012.
- FITZNER, Bernd J. Documentation and evaluation of stone damage on monuments. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON DETERIORATION AND CONSERVATION OF STONE, 10., 2004, Stockholm. *Proceedings...* Stockholm, 2004. p. 667-690.
- GIMENEZ, Alexander M.S.; DEL LAMA, Eliane A. Comportamento de ondas ultrassônicas no Granito Mauá para a conservação do Monumento às Bandeiras. *Geologia USP - Série Científica*, Revista do Instituto de Geociências-USP, 14(3), p. 47-60, 2014. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/guspsc/v14n3/04.pdf>.
- GROSSI, Danielle; DEL LAMA Eliane A. Ultrasound technique to assess the physical conditions of the Monument to Ramos de Azevedo. *Revista Escola de Minas (REM)*, 68(2), p. 171-176, 2015. Disponível no endereço: <http://www.scielo.br/pdf/rem/v68n2/0370-4467-rem-68-02-0171.pdf>.

- GROSSI, Danielle; DEL LAMA, Eliane A.; GARCIA-TALEGON, Jacinta; IÑIGO, Adolfo C.; VICENTE-TAVERA, Santiago. Evaluation of colorimetric changes in the Itaquera Granite of the Ramos de Azevedo Monument, São Paulo, Brazil. *International Journal of Conservation Science*, 6, p. 313-322, 2015. Disponível em: http://ijcs.uaic.ro/public/IJCS-15-29_Grossi.pdf.
- KANKE, Rafael A. *Utilização do Granito Itaquera em obras históricas do centro da cidade de São Paulo*. Monografia de Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IGc-USP), 2013.
- KUZMICKAS, Luciane; DEL LAMA, Eliane A. Utilização de métodos não destrutivos no patrimônio histórico: estudo de caso da escultura O Sepultamento de Victor Brecheret. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA)*, 4(1), p. 9-22, 2014. Disponível em: <http://www.abge.org.br/uploads/arquivos/artigo1-dellama2015100813351380545.pdf>.
- MACHADO, Diego F.R. *Catedral da Sé de São Paulo: análise do estado de conservação das rochas do templo por métodos não destrutivos*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IGc-USP), 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44144/tde-27052015-090139/>.
- PAMPLONA, Marisa; KOCHER, Mathias; SNETHLAGE, Rolf; WENDLER, Eberhard. Consolidation effectiveness of TEOS on Ançã limestone from Portugal – A laboratory study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM STONE CONSOLIDATION IN CULTURAL HERITAGE - RESEARCH AND PRACTICE, 2008, Lisbon. *Proceedings...* Lisbon: LNEC, 2008. p. 183-192.
- RODRIGUES, Natália M. *Ensaio não destrutivo em monumentos pétreos paulistanos*. Monografia de Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IGc-USP), 2012.
- SCHERER, George W.; JIMÉNEZ-GONZÁLEZ, Inmaculada. 2008. Swelling clays and salt crystallization: damage mechanisms and the role of consolidants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM STONE CONSOLIDATION IN CULTURAL HERITAGE - RESEARCH AND PRACTICE, 2008, Lisbon. *Proceedings...* Lisbon: LNEC, 2008. p. 29-39.
- SILVA, Luiz C.T.da. *Avaliação da degradação de rochas em fachadas de prédios históricos: Os exemplos do Teatro Municipal e do Paço Imperial, Cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

Recebido em: 30/01/2018
Aprovado em: 30/05/2018
Publicado em: 30/11/2018

PENSANDO SOBRE MOBILIDADE, DIETA E MUDANÇA SOCIAL: ANÁLISES ISOTÓPICAS NO SÍTIO ARMAÇÃO DO SUL, FLORIANÓPOLIS/SC

THINKING ABOUT MOBILITY, DIET, AND SOCIAL CHANGE: ISOTOPIC ANALYSIS AT THE ARMAÇÃO DO SUL SITE, FLORIANÓPOLIS/SC

Gabriela Oppitz

Murilo Quintans Ribeiro Bastos

Luciane Zanenga Scherer

Andrea Lessa

Veridiana Martins

Plínio Camargo

Paulo DeBlasis

Como citar este artigo:

OPPITZ, Gabriela; BASTOS, Murilo Quintans Ribeiro; SCHERER, Luciane Zanenga; LESSA, Andrea; MARTINS, Veridiana; CAMARGO, Plínio; DEBLASIS, Paulo. Pensando sobre mobilidade, dieta e mudança social: análises isotópicas no sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 237-266, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Pensando sobre mobilidade, dieta e mudança social: análises isotópicas no sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC

Gabriela Oppitz^a

Murilo Quintans Ribeiro Bastos^b

Luciane Zanenga Scherer^c

Andrea Lessa^b

Veridiana Martins^d

Plínio Camargo^c

Paulo DeBlasis^f

Resumo: Há uma intensificação nos processos de mudança associados aos sítios conchíferos do litoral catarinense a partir de 2000 AP, marcada por acontecimentos como a diminuição no número de sítios, a diminuição no uso de conchas em sua formação e o aparecimento da cerâmica. Com o objetivo de compreender melhor essas mudanças e entendendo o sítio Armação do Sul (Florianópolis/SC) como elemento chave para essa compreensão, foram realizadas análises isotópicas de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) nos indivíduos que nele se encontram sepultados, juntamente com o estabelecimento de uma cronologia estratigraficamente referenciada. Os resultados obtidos indicam que os processos de mudança se desenrolaram diferentemente em porções distintas do litoral catarinense e que, no caso do sítio Armação do Sul, as mudanças observadas estão relacionadas a um quadro que envolve maior circulação e incorporação de indivíduos, de diferentes partes do litoral central, e mudança na dieta dos indivíduos do sexo masculino.

Palavras Chave:

Isótopos Estáveis; Mudança; Sítios Conchíferos; Litoral Catarinense.

Abstract: There is an intensification in the processes of change associated with the shell-matrix sites of the Santa Catarina coast from 2000 BP onwards, marked by events such as the decrease in the number of sites, the decrease in the use of shells in their formation and the introduction of pottery. To better understand these changes, and taking the Armação do Sul site (Florianópolis/SC) as a key element in this understanding, we performed strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopic analyzes on the individuals buried there, together with the establishment of a stratigraphically referenced chronology. The results indicate that the processes of change occurred differently in different parts of the Santa Catarina coast and that, in the case of the Armação do Sul site, the observed changes are related to an increased circulation and incorporation of individuals from different parts of the central coast and dietary change in male individuals.

Keywords:

Stable Isotopes; Change; Shell-Matrix Sites; Santa Catarina Coast.

a Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Universidade de Stanford, Estados Unidos. Este artigo é uma adaptação de parte da dissertação de mestrado intitulada “Coisas que mudam: os processos de mudança nos sítios conchíferos catarinenses e um olhar isotópico sobre o caso do sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC”, defendida em agosto de 2015 no Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE/USP), Brasil. A pesquisa foi desenvolvida com Bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil; e financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo (FAPESP), Brasil; (2013/11193-4). E-mail: oppitz@stanford.edu/gabrielaoppitz@gmail.com.

b Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN/UFRJ), Brasil.

c Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade Federal de Santa Catarina (MArqueE/ UFSC), Brasil.

d Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (USP), Brasil.

e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (USP), Brasil.

f Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo (MAE/USP), Brasil.

INTRODUÇÃO E CONTEXTO DE PESQUISA

Se pensado em termos cronológicos, o processo de ocupação pré-colonial do litoral de Santa Catarina é bastante semelhante para as porções litorâneas norte (entendida aqui como a região da baía da Babitonga), central (Ilha de Santa Catarina, ilhas adjacentes e continente próximo) e sul (entendida aqui como a região de Laguna, Tubarão e Jaguaruna)¹, e esta semelhança cronológica vem acompanhada por alguns fenômenos que são recorrentes ao longo da costa catarinense.

Após um período de cerca de 4 mil anos (entre 6.000 e 2.000 anos AP), ao longo do qual as populações associadas aos sambaquis se estabeleceram na faixa costeira e deram origem ao contexto arqueológico que nos é conhecido, período ao qual DeBlasis *et al.* (2007) se referem como “era sambaqueira” e que é marcado por uma aparente estabilidade² na vivência de mundo dessas populações, tem início um novo momento, mais curto (entre 2.000 e 600 anos AP), que ninguém ainda sabe ao certo o que significou.

A partir de 2.000 AP, há uma diminuição na formação de novos sítios e ocorre uma mudança aparentemente repentina nos padrões deposicionais de diversos sambaquis, período em que passam a ser formados por um sedimento de coloração escura, com grande quantidade de matéria orgânica, como carvão e ossos de peixes. No caso do sítio Jabuticabeira II – que até o momento foi o mais detalhadamente estudado – apesar da variação composicional, nesta camada escura mantêm-se os processos construtivos associados às estruturas funerárias, bem como as características das indústrias lítica e óssea (Bendazzoli 2007, DeBlasis *et al.* 2007, Nishida 2007, DeBlasis e Gaspar 2008/2009, Villagran 2008, Villagran *et al.* 2010). No momento seguinte, a partir de 1.500 AP, começa a aparecer cerâmica nos horizontes superficiais de alguns sambaquis e em sítios conchíferos rasos³, cerâmica esta que costuma ser atribuída a grupos da família linguística Jê⁴ e que vem acompanhada por algumas mudanças em conteúdo e estratigrafia que, contudo, não parecem constituir uma ruptura ou mudança estrutural absoluta (*cf.* Villagran 2012). Trata-se, portanto, não apenas de mudança, mas também de continuidade.

Em um olhar retrospectivo que tenta englobar 5 mil anos de história num único e distanciado instante de apreciação, essas são as mudanças – e continuidades – mais perceptíveis no contexto geral dos sítios conchíferos do litoral catarinense. Se, no entanto, aproximarmos nosso olhar, veremos que as transformações e permanências são múltiplas e multidimensionais, variando conforme o olhar empregado, a escala temporal e espacial escolhida e o material analisado. Incluem o aumento da violência (Lessa e Scherer 2008); a manutenção no registro paleogenético das populações, porém com entrada de novo patrimônio genético em alguns sítios (Neves 1988, Okumura 2008); a alteração para um padrão de residência virilocal (Hubbe *et al.* 2009); a manutenção de uma dieta predominantemente marinha, porém algumas vezes acompanhada de uma diminuição no consumo desse tipo de recurso e de variações locais na diversidade e quantidade desses alimentos (Bandeira 1992; Figuti

1 Quando falamos em semelhança cronológica, estamos nos referindo à sequência do processo de ocupação: início e fim da formação de sambaquis e outros sítios conchíferos, seguido da chegada das populações Guarani à costa, de acordo com datações apresentadas em De Masi (2001), Bandeira (2004), DeBlasis *et al.* (2007), Giannini *et al.* (2010), Milheira (2010), Müller (2014).

2 Um período como esse, de 4 mil anos, com certeza não foi desacompanhado de mudanças e não pode ser entendido como estático e homogêneo. Imaginamos que estudos futuros permitirão a desconstrução de tal impressão de “estabilidade”, dinamizando esses tempos mais antigos da ocupação costeira.

3 A noção de “sítio conchífero” foi desenvolvida em Oppitz (2015), para se referir aos sambaquis e sítios rasos com e sem presença de cerâmica a partir de uma perspectiva de longa duração, desvelando as continuidades existentes em meio às descontinuidades e fazendo-as prevalecer. “Sítio conchífero raso”, portanto, refere-se aos sítios que Rohr (1984) costumava chamar de “sítio raso de sepultamento” e que, mais recentemente, Villagran (2012:82) – ver também Giannini (2010:111) – chamou de “montículos ictiológicos”: sítios ou camadas sobre sítios “formados por misturas maciças ou mal estratificadas de areia com ossos de peixe, carvão, conchas ocasionais e, em alguns casos, fragmentos cerâmicos”.

4 Desde que Chmyz (1967, 1968) estabeleceu a tradição Itararé e apontou para a semelhança entre a cerâmica desta tradição e aquela produzida pelos indígenas Kaingáng aldeados em Palmas, no Estado do Paraná.

1993; Klökler 2001, 2014; De Masi 2001, 2009; Bastos *et al.* 2014, 2015; Colonese *et al.* 2014); a manutenção no consumo de amido e na baixa frequência e prevalência de cáries, porém com variações locais (Wesolowski 2007); a introdução da cerâmica e seu uso no processamento de alimentos marinhos (Hansel 2006, Colonese *et al.* 2014).

Embora a sintonia cronológica entre esses acontecimentos aponte para um único e amplo processo de ocupação e transformação para o litoral catarinense inteiro, um olhar mais atento sobre os contextos arqueológicos das três porções litorâneas permite entrever diferenças e particularidades que levam à ideia de processos distintos, porém condicionados pelos mesmos eventos primordiais. Processos que se interseccionam em determinados pontos no tempo e no espaço, porém que se desenrolam de forma desigual quanto à direção, à intensidade, aos atores envolvidos e outros elementos, diferenciando-se para, em longo prazo, diferenciar também cada um dos contextos locais.

Esse processo de diferenciação, no entanto, parece ter decorrido de forma mais intensa no litoral central, onde o panorama arqueológico pré-colonial atualmente conhecido apresenta-se mais acentuadamente peculiar se comparado àquele conhecido para as porções litorâneas que lhe são adjacentes ao norte e ao sul. Tal peculiaridade é denunciada por aspectos como as menores dimensões dos sambaquis (Oppitz 2011); a maior ocorrência de sítios conchíferos com presença de cerâmica (Bandeira 2004, Fossari 2004, Farias e Kneip 2010); a maior ocorrência de oficinas líticas (CNSA/IPHAN); e, sobretudo, a ocorrência de inscrições rupestres, especificidade do litoral central de Santa Catarina no contexto litorâneo nacional (Comerlato 2005).

Com o objetivo de compreender melhor esses processos de mudança e entendendo o sítio Armação do Sul (Florianópolis/SC) como elemento chave para essa compreensão, foram realizadas análises isotópicas de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) nos indivíduos nele sepultados, juntamente com o estabelecimento de uma cronologia que associou informação estratigráfica com datações radiocarbônicas obtidas para diversos esqueletos.

A análise das razões isotópicas de diversos elementos químicos estáveis tem se mostrado uma importante ferramenta para a determinação de paleodietas e padrões de mobilidade das populações do passado, bem como para reconstruções paleoambientais. Os isótopos de nitrogênio e carbono são, dentre aqueles que vêm sendo utilizados para o estudo de paleodietas, os mais comumente utilizados (DeNiro e Epstein 1978, 1981; Schoeninger, DeNiro e Tauber 1983; Walker e DeNiro 1986; Ambrose 1993; Katzenberg e Harrison 1997; Makarewicz e Sealy 2015). Os isótopos de estrôncio, por outro lado, figuram entre os mais eficazes quando se trata de caracterizar mobilidade humana e animal (Price *et al.* 2002; Grupe *et al.* 1997; Montgomery 2003; Bentley, Krause e Price 2003; Bentley 2006; Knudson *et al.* 2004; Wright 2005; Makarewicz e Sealy 2015).

A partir de uma perspectiva de longa duração (Braudel 1984, 1992) centrada na prática (Bourdieu 1967, 1977; Sahlins 1985) e do reconhecimento da multidimensionalidade inerente aos processos de mudança, os dados gerados foram entendidos contextualmente na curta, média e longa duração, e em escala de sítio (Armação do Sul), local (litoral central) e regional (litoral catarinense). Tal perspectiva teve diversas implicações sobre a forma como os dados gerados ao longo da pesquisa foram interpretados, como será demonstrado ao longo deste artigo.

O SÍTIO ARMAÇÃO DO SUL

Situado em praia de mesmo nome na porção sul da Ilha de Santa Catarina (**Figura 1**), o sítio Armação do Sul foi escavado por João Alfredo Rohr em duas etapas: uma em 1969, com a participação de Margarida Andreatta e publicação de nota prévia (Rohr e Andreatta 1969), e outra em 1974, cujos resultados foram publicados no jornal *Correio do Povo*, de Porto Alegre (Rohr 1974). Com uma área total estimada em 2000m², o sítio teve 269m² escavados – 85m² na primeira etapa e 184m²



Figura 1: Localização do sítio Armação do Sul, na Ilha de Santa Catarina, e detalhe da planície costeira da praia da Armação, onde ele se situa.

na segunda, com 10m de distância entre as duas áreas – sendo atingidos 2m de profundidade.

O material proveniente dessas intervenções hoje se encontra no Museu do Homem do Sambaqui “Pe. João Alfredo Rohr, S.J.”, no Colégio Catarinense (Florianópolis/SC), incluindo a coleção esquelética referente aos 86 sepultamentos escavados, alvo de análise nesta pesquisa. Com base no diário de campo de Rohr, perfis, plantas e fotografias geradas ao longo da pesquisa, a equipe do Instituto Anchieta de Pesquisas realizou a curadoria e o estudo posterior do material retirado do sítio, com exceção dos remanescentes humanos, que foram curados em projeto executado pela Me. Luciane Zanenga Scherer. Os dados das escavações, o resultado das análises e demais interpretações desenvolvidas podem ser encontradas em Schmitz *et al.* (1992).

O sítio Armação do Sul foi escolhido como estudo de caso porque diverge dos sambaquis, tendo em vista a pouca quantidade de conchas em sua composição, mas, como não apresenta cerâmica, tampouco se enquadra junto aos sítios cerâmicos rasos mais tardios. Além disso, ele apresenta mudança no sedimento que o compõe, passando de areia marrom escura no nível inferior para terra preta no nível superior, e mudança nas práticas mortuárias, relacionada ao uso do ocre e outros elementos de acompanhamento funerário (Figura 2). Ele é também, até o momento, o único sítio conchífero sem cerâmica do

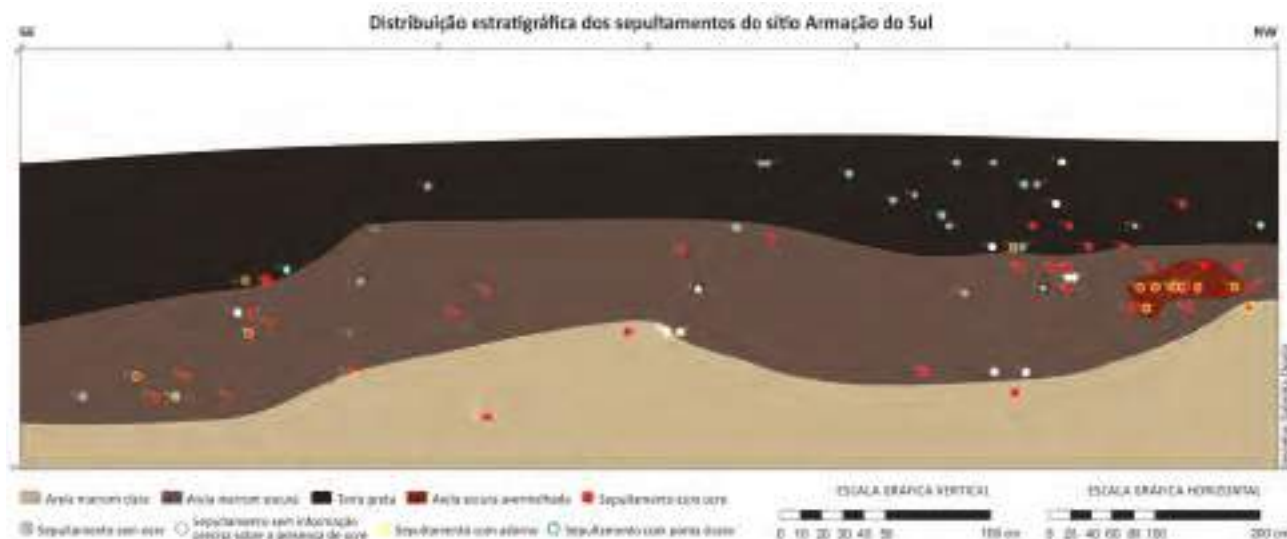


Figura 2: Distribuição estratigráfica dos sepultamentos do sítio Armação do Sul. Nota-se que o croqui representa, em um plano vertical bidimensional, um espaço tridimensional de 85 m² e 2 m de profundidade. Tendo em vista as irregularidades na topografia da área escavada, os limites entre as camadas foram estabelecidos com base nos sepultamentos e nas informações sobre o tipo de sedimento em que estavam envolvidos.

litoral catarinense que apresenta caso de indivíduo com evidência de violência (Lessa e Scherer 2008).

As datações realizadas em 30 indivíduos indicam que o sítio Armação do Sul foi utilizado para atividades funerárias entre 2900 ± 30 e 1430 ± 30 anos AP, que as mudanças observadas no sedimento e nas práticas mortuárias tiveram início entre 2400 e 2300 AP, e que o indivíduo com evidência de violência possui idade de 1550 ± 30 anos AP (detalhes das datações podem ser conferidos em Oppitz 2015). Permite também o estabelecimento de uma cronologia que associa as idades obtidas às informações estratigráficas, com a divisão dos mais de 1000 anos de ocupação do sítio em Período 1 (3000-2500 anos AP) e Período 2 (2500-1200 anos AP).

Assim, o sítio Armação do Sul parece incorporar algumas das continuidades e descontinuidades dos sítios do litoral catarinense, mostrando-se sintonizado com aquilo que estava acontecendo a nível regional, e, ao mesmo tempo, apresenta características particulares que remetem ao caráter peculiar do panorama arqueológico do litoral central e àquelas relações que estavam sendo empreendidas a nível local. E, por esse motivo, está sendo tomado como elemento chave para entender tanto as particularidades do processo de ocupação que diferenciou o litoral central das demais porções litorâneas catarinenses, quanto as mudanças que se deram em nível regional, a partir de 2.000 AP, culminando no aparecimento da cerâmica e no posterior fim das práticas associadas à formação de sítios conchíferos.

INTERPRETANDO A MUDANÇA: LONGA DURAÇÃO, TEORIA DA PRÁTICA E MULTIDIMENSIONALIDADE

Um primeiro passo a ser tomado para a interpretação das mudanças no sítio Armação do Sul e demais sítios conchíferos do litoral catarinense é o estabelecimento de uma perspectiva de longa duração, conferindo continuidade histórica entre sambaquis e sítios conchíferos rasos, e entre ocupações sem e com presença de cerâmica. Essa perspectiva aglutina todos os sítios litorâneos com presença não negligenciável de conchas sob uma noção mais geral de “sítios conchíferos”, que nada mais é que um artifício para reestruturação mental no sentido de escapar à compartimentação, desvelando as continuidades existentes em meio às descontinuidades e fazendo-as prevalecer. A diacronia dos tempos de Braudel (1984, 1992) ajuda-nos a perceber a fluidez e o caráter processual da mudança. O modelo braudeliano, contudo, não se faz suficiente para o entendimento da mudança no registro arqueológico por um simples motivo: de acordo com Braudel (2005 [1958]), não há espaço

para a sincronia no tempo histórico; e a diacronia sozinha não dá conta de revelar as variações formais resultantes de desenrolamentos locais, nem os mecanismos de mudança.

Como as coisas mudam, afinal? Braudel não está preocupado com isso. As atualizações da estrutura, e a forma como essas atualizações se dão – justamente no cruzamento do diacrônico com o sincrônico – não importam. O que de fato lhe importa é medir a duração precisa dos movimentos, matematicamente; “observar o entrecruzamento desses movimentos, sua interação e seus pontos de ruptura” (Braudel 2005[1985]: 73). Estrutura, conjuntura e evento fazem parte de um modelo desenvolvido para a medição do tempo. São categorizações, congelamentos analíticos de uma história movente, pensados como uma forma de observar os processos históricos e torná-los mais facilmente manuseáveis.

De todo modo, a perspectiva de longa duração tem importantes implicações para a forma como os dados gerados ao longo desta pesquisa são tratados e interpretados, convertendo diferença em transformação. O reconhecimento de continuidade histórica em meio às descontinuidades pressupõe uma sociedade litorânea que se transforma no tempo, e não a chegada de grupos agricultores provenientes do planalto. Assim, aquilo que era diferença estatisticamente significativa vira mudança significativa, aquilo que era incomparável – teórica e analiticamente – torna-se comparável. Com essa perspectiva inicial, é possível dar um novo tom à forma como se pensa a mudança no registro arqueológico da costa catarinense e, a partir daí, expandir as possibilidades interpretativas.

Assim, a estrutura de Braudel segue aqui como pano de fundo; pano de fundo para a ação, que pode ser encontrada na teoria da prática de Bourdieu (1967, 1977, 1989) e na discussão de Sahlins (2011[1985]) sobre a relação entre história e estrutura. Os conceitos de “*habitus*” naquele e de “evento” neste último promovem uma síntese indissolúvel entre indivíduo e estrutura, curta e longa duração, local e regional, sincronia e diacronia, mudança e permanência, emprestando os mecanismos de mudança necessários ao dinamismo da estrutura de conteúdo de Braudel.

A implicação da teoria da prática de Bourdieu e Sahlins para a interpretação dos dados neste artigo se manifesta no entendimento de que a mudança se dá na negociação entre indivíduo e estrutura e, logo, acontecimentos regionais – e mesmo globais – são interpretados contextualmente, repercutindo diferentemente em diferentes locais. Ainda de acordo com essa percepção, a dieta é aqui entendida como meio potente de estruturação e transformação das sociedades, potência que se encontra justamente em seu caráter ordinário e cotidiano.

Essa perspectiva de longa duração centrada na prática leva ao reconhecimento da multidimensionalidade inerente aos processos de mudança. Multidimensionalidade significa coexistência de mudanças e ritmos de mudança em diferentes escalas espaciais e temporais, que vão desde as mais longas durações, como o tempo evolutivo e o tempo das estruturas sociais, até as durações mais curtas do tempo ritual e das atividades cotidianas. A partir do momento em que a multidimensionalidade é acionada, não se trata mais de uma única mudança, mas de uma rede complexa e entrecortada de mudanças diversas. Viri-localidade, cerâmica, aumento da violência, diminuição do nível do mar, aparecimento da terra preta, alteração na quantidade de sítios, nas práticas mortuárias, na dieta. A mudança é tudo isso e além; tudo isso ao mesmo tempo, e tudo isso em tempos distintos.

Para uma abordagem multidimensional, contudo, são necessárias também adequações do ponto de vista analítico, que aqui são feitas por meio de processamento estatístico igualmente multidimensional, sendo os resultados das análises isotópicas e das práticas mortuárias entendidos na curta, média e longa duração, e em escala de sítio (Armação do Sul), local (litoral central) e regional (litoral catarinense). Na escala de sítio, isso implicou pelo menos três níveis de análise: estabelecimento da tendência geral, comparação entre o primeiro e o segundo momento cronológico e posicionamento diacrônico dos indivíduos. Já para a contextualização local e regional dos resultados, foram realizadas comparações com dados provenientes de estudos

em diferentes sítios do litoral catarinense (Bastos *et al.* 2011, 2014, 2015; Colonese *et al.* 2014; De Masi 2001, 2009). Vale destacar que a análise multidimensional dos dados só se fez possível devido a essa comparação com outros estudos e, sobretudo, devido à realização de datações individualizadas de diversos sepultamentos do sítio Armação do Sul.

A multidimensionalidade, associada à cronologia, torna os palimpsestos inteligíveis – e, sobretudo, faz com que sejam reconhecidos como palimpsestos – permitindo que aquilo que seria entendido apenas como variabilidade seja reconhecido como mudança ou distinção de sexo, idade e *status*. Permite, também, que aqueles elementos que remetem a tradições de maior duração e aqueles elementos que representam escolhas contingentes para a solução de situações eventuais sejam diferenciados, além de possibilitar a identificação de indivíduos estatisticamente atípicos ou anômalos (*outliers*), que jamais se destacariam dos demais se observados somente segundo a tendência geral.

Não basta compreendermos *por que* as coisas mudam, mas também *como* mudam. A história não vem em blocos de conteúdo que são trocados de tempos em tempos, a cada migração, mudança ambiental ou outro acontecimento de grande porte qualquer: a história é processo; a mudança, constante e processual – nisso aqueles momentos que costumamos chamar de “transição”, tornam-se, simplesmente, momentos de maior agitação nos processos de mudança. Não são, afinal, os acontecimentos por si sós que movem a história, mas as interpretações que são feitas deles dentro de contextos específicos, na relação entre indivíduo e estrutura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O elemento carbono possui dois isótopos estáveis, ^{13}C e ^{12}C , o primeiro com abundância natural de aproximadamente 1,1% e o segundo com abundância de 98,9%. A maior parte do carbono do mundo se encontra no oceano, mas ele está presente também na atmosfera, sob a forma de CO_2 . Esse carbono oceânico e atmosférico adentra o sistema biológico por meio do processo de fotossíntese das plantas verdes e do processo de quimiossíntese de bactérias que vivem em grandes profundidades marinhas (Schoeninger e Moore 1992).

O nitrogênio também possui dois isótopos estáveis, ^{15}N e ^{14}N , o primeiro com abundância natural de 0,36% e o segundo com abundância de 99,64%. A maior parte do nitrogênio do mundo está na atmosfera, sob a forma de N_2 , ou dissolvido no oceano. Esse nitrogênio adentra o sistema biológico por meio de organismos fixadores de N_2 , como algas azuis e verdes, de ambientes marinhos ou de água doce, e bactérias que formam nódulos nas raízes das leguminosas. E, também, pela decomposição bacteriana de moléculas complexas, possuidoras de nitrogênio após a morte dos organismos, processo no qual são produzidos nitratos que podem ser utilizados diretamente por plantas vasculares (Schoeninger e Moore 1992).

Por meio da alimentação, as diferentes composições isotópicas presentes na base da cadeia alimentar são adquiridas pelos animais e humanos. Como os valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ variam entre diferentes tipos de plantas (C_3 , C_4 , CAM, leguminosas e não leguminosas) e entre diferentes ambientes (terrestre, marinho, água doce), e, ainda, passam por enriquecimento trófico através da cadeia alimentar, com a análise da composição isotópica dos animais e humanos podemos estimar sua dieta, desde que o tecido a ser analisado seja devidamente isolado dos demais (DeNiro e Epstein 1978, 1981; Schoeninger, DeNiro e Tauber 1983; Walker e DeNiro 1986; Ambrose 1993). Nesse sentido, os valores $\delta^{13}\text{C}$ obtidos podem indicar se a dieta era baseada em plantas C_3 (trigo, arroz, gramíneas de montanha e áreas alagadas, tubérculos, bulbos e raízes tuberosas, legumes vegetais, nozes, mel e frutas) ou C_4 (sorgo, milhetes, milho, cana-de-açúcar, gramíneas tropicais e alguns amarantos). E, embora os valores das plantas C_4 possam se sobrepor aos valores marinhos, podem também auxiliar na diferenciação entre dietas marinhas e terrestres. Os valores $\delta^{15}\text{N}$, por sua vez, podem indicar o consumo relativo de leguminosas e não leguminosas, de recursos

terrestres e recursos marinhos e, ainda, dar uma estimativa do nível trófico ocupado pelo indivíduo analisado.

Para a determinação dos valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno foram analisadas 35 amostras humanas, havendo preferência por fragmentos de costela, e 14 amostras de fauna oriundas do próprio sítio. As amostras foram: 1. Higienizadas com água destilada, escova de dente, sonda exploradora e bisturi; 2. Imersas em NaOH 0,1M por 24 horas; 3. Imersas em HCl 2% por 24 horas (etapa que foi repetida mais duas vezes); 4. Imersas novamente em NaOH por 24 horas; 5. Imersas em solução na proporção de 2:1:0,8 de metanol, clorofórmio e água destilada; 6. Enxaguadas em água destilada e secas a 50°C em estufa. A determinação da composição isotópica e as porcentagens de carbono e nitrogênio das amostras de colágeno foram realizadas em um espectrômetro de massas Delta Plus da ThermoFinnigan acoplado a um analisador elementar CHNS – EA 1110, no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (CENA/USP). Os valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ foram expressos em partes por mil (‰) com relação aos padrões internacionais AIR e PDB, respectivamente.

O elemento estrôncio (Sr) possui quatro isótopos que ocorrem naturalmente, ^{84}Sr (0.56%), ^{86}Sr (9.87%) e ^{88}Sr (82.53%), sendo o quarto deles, ^{87}Sr (7.04%), um isótopo radiogênico, ou seja, fruto do decaimento radioativo de um radioisótopo mãe, no caso, do rubídio (^{87}Rb), que leva uma meia-vida de 4.88×10^{10} anos para decair em ^{87}Sr . Uma vez que depende do decaimento do ^{87}Rb , a abundância de ^{87}Sr na geologia local é variável e, para que possa ser comparada em diferentes amostras, é determinada em relação a um isótopo de estrôncio não-radiogênico, o ^{86}Sr (Bentley 2006).

Esta variação, portanto, é chamada de “razão isotópica de estrôncio” ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), a qual depende da abundância de estrôncio, de rubídio – o que pode variar conforme o tipo de rocha – e da idade da rocha. Assim, unidades geológicas mais antigas e com alta concentração de rubídio, apresentam razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ mais elevadas; ao passo que formações geológicas mais recentes e com baixa concentração de rubídio, apresentam razões isotópicas menores (Herz e Garrison 1998; Bentley 2006: 137; Price, Burton e Bentley 2002: 118). Por meio do intemperismo dos materiais geológicos, o estrôncio presente nas rochas atinge o solo e a água subterrânea, caminho que o leva até a cadeia alimentar e, portanto, ao esqueleto humano, onde substitui o cálcio nos minerais do tecido esquelético (Bentley 2006: 136). Analisando as razões isotópicas de estrôncio de indivíduos sepultados em sítios arqueológicos, portanto, podemos ter acesso à média das assinaturas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ consumidas que, se comparada à assinatura da geologia e outras fontes locais de estrôncio, pode gerar informações sobre migração e mobilidade humana pré-colonial (Price, Burton e Bentley 2002: 118).

Para a determinação das razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ a partir do esmalte dentário, foram analisadas 38 amostras humanas, havendo preferência pelos dentes pré-molares, e 12 amostras de fauna oriundas do próprio sítio. As amostras foram: 1. Higienizadas com água deionizada, escova de dente, sonda exploradora e bisturi; 2. Imersas em ácido acético 0,5M e colocadas em ultrassom por 20 min; 3. Retiradas em torno de 20 mg de esmalte de cada dente com broca diamantada esférica; 4. Adicionados 2 ml de HNO₃ concentrado, sendo as amostras digeridas por 1h; 5. Dissolvidas em 1 ml de HNO₃ 2M para passagem na coluna de troca iônica preenchida com 80 mg de resina Sr-Spec, onde foram purificadas segundo o protocolo do CPGeo/USP. A composição isotópica foi determinada por meio de Espectrômetro de Massas por Termoionização (TIMS), um TRITON da marca ThermoScientific, no Centro de Pesquisas Geocronológicas, Universidade de São Paulo (CPGeo/USP). Ao longo do ano em que foram realizadas as análises, de janeiro de 2014 a janeiro de 2015, o valor médio para a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do padrão NBS-987 variou entre 0.710233 ± 0.000022 e 0.710251 ± 0.000038 . Os erros das análises foram reportados em 2s e forneceram um valor médio de 0,000049.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Isótopos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e paleodieta

Os valores $\delta^{15}\text{N}$ das amostras de colágeno humano analisadas variaram entre 16,3‰ e 20,8‰ (amplitude de 4,5‰), apresentando média de 18,1‰, com desvio padrão de 0,98‰. O maior valor obtido corresponde ao sepultamento 69, de uma criança⁵, e o menor valor corresponde ao sepultamento 52, de indivíduo adulto maduro, do sexo feminino. Os valores $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -12,8‰ e -10,3‰ (amplitude de 2,5‰), apresentando média de -11,5‰, com desvio padrão de 0,7‰. O maior valor obtido corresponde ao sepultamento 30, de um indivíduo adulto, do sexo masculino, e o menor valor corresponde ao sepultamento 2, de indivíduo adulto jovem, do sexo masculino⁶ (**Gráfico 1**).

Os valores $\delta^{15}\text{N}$ das amostras de colágeno da fauna analisada variaram entre 4,4‰ e 19,3‰, sendo que o maior valor obtido corresponde ao lobo marinho (19,3‰) e o menor valor corresponde ao porco do mato (4,4‰). Os valores $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -22,9‰ e -11,7‰, sendo que o maior valor obtido corresponde ao golfinho (-11,7‰) e o menor valor corresponde ao porco do mato (-22,9‰).

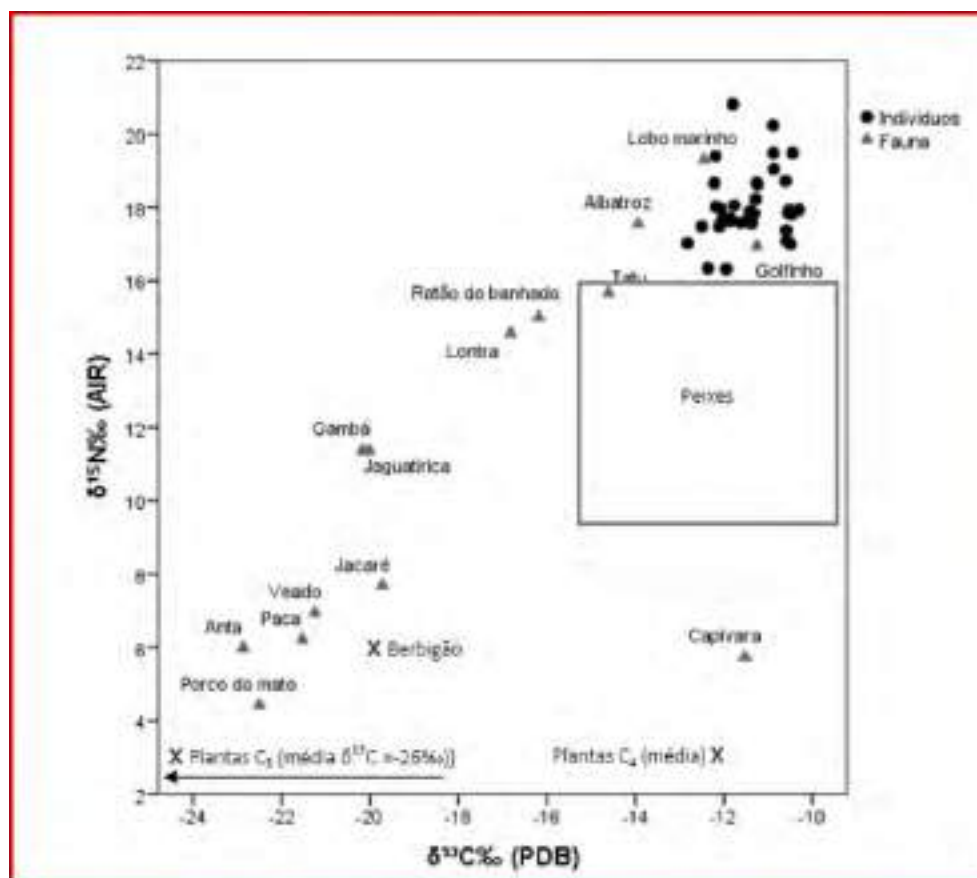


Gráfico 1: Distribuição dos valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das amostras humanas e faunísticas analisadas do sítio Armação do Sul, com inserção de dados de peixes, moluscos e plantas de outros autores (Bender 1968; Smith e Epstein 1971; Schoeninger e Moore 1992; De Masi 2001, 2009; Colonese *et al.* 2014).

5 É importante mencionar que crianças em idade de amamentação têm seus valores $\delta^{15}\text{N}$ determinados pelo consumo de proteína animal proveniente do leite materno, sendo comumente mais elevados que no restante da população (Katzenberg, Herring e Saunders 1996).

6 Neste artigo são apresentados apenas os resultados gerais e alguns gráficos, tanto das análises de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) e carbono ($\delta^{13}\text{C}$) quanto das análises de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$). A apresentação mais detalhada dos dados (incluindo informação sobre as amostras) e dos testes estatísticos pode ser conferida em Oppitz (2015).

Os dados isotópicos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) e carbono ($\delta^{13}\text{C}$) gerados sugerem que os indivíduos analisados do sítio Armação do Sul apresentavam uma dieta predominantemente marinha e de alto nível trófico, alimentando-se principalmente de peixes. Esses resultados são coerentes com valores $\delta^{15}\text{N}$ obtidos para populações costeiras pré-coloniais do sul da Califórnia (Walker e DeNiro 1986) e do sul da Patagônia (Borrero e Barberena 2006), bem como para esquimós caçadores de baleias modernos (Schoeninger, DeNiro e Tauber 1983). São coerentes também com os dados provenientes de estudos zooarqueológicos (Bandeira 1992; Klökler 2001, 2008, 2014) e isotópicos (De Masi 2001, 2009; Bastos *et al.* 2014, 2015; Colonese *et al.* 2014; Klökler 2014) nos sítios litorâneos catarinenses.

Os vestígios faunísticos, presentes no sítio Armação do Sul e nos demais sítios do litoral catarinense, contudo, sugerem que essas populações estavam também se alimentando de animais terrestres de pequeno e grande porte como pacas, tatus, capivaras, antas, veados, porcos do mato, jaguatiricas, porém em menor quantidade e, como indicam os valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$, com contribuição proporcionalmente pequena na dieta proteica dos indivíduos, se comparada à contribuição dos peixes.

Da mesma forma, a presença de tubérculos carbonizados nos sítios catarinenses (Scheel-Ybert *et al.* 2003, ver também Scheel-Ybert 2013), aliada à ocorrência de possíveis grânulos de amido de milho, batata doce e carás, em cálculos dentários, bem como fitólitos de gramíneas, palmeiras e de pinhão (Wesolowski 2007, Boyadjian *et al.* 2016), indicam que os vegetais estavam presentes na dieta dessas populações litorâneas. Embora os peixes fossem a principal fonte de proteínas, os vegetais poderiam ter papel importante como fonte de carboidratos – ou seja, como fonte energética. Nesse sentido, a análise da composição isotópica de carbono dos indivíduos por meio da apatita (Lee-Thorp, Sealy e Van der Merwe 1989) poderia trazer resultados diferentes, uma vez que informaria sobre a dieta total (carboidratos, proteínas e lipídios) e não apenas sobre a dieta proteica como sinaliza o colágeno. Bastos *et al.* (2015), no entanto, realizaram análises sobre a apatita do esmalte dentário de indivíduos sepultados no sítio Tapera – que, assim como o sítio Armação do Sul, está situado no litoral central catarinense – e os valores $\delta^{13}\text{C}$ obtidos corroboraram os resultados do colágeno, ou seja, não indicaram um grande consumo de plantas.

Em meio à tendência marinha na dieta, alguns indivíduos se destacaram como *outliers* por combinarem valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ um pouco menores que os demais, o que poderia estar indicando um consumo maior de plantas C_3 e/ou animais terrestres. As razões para esses indivíduos apresentarem uma dieta distinta, contudo, são difíceis de serem inferidas, podendo estar relacionadas a tabus, preferências e restrições em momentos específicos de suas vidas, às suas posições sociais ou, ainda, à passagem de parte de seus últimos anos de vida em meio a uma população com dieta distinta daquela do sítio Armação do Sul. Além disso, duas crianças apresentaram os valores $\delta^{15}\text{N}$ mais altos do sítio, o que provavelmente se deve ao consumo de leite materno (Katzenberg, Herring e Saunders 1996).

Saindo dessa perspectiva que lida apenas com a tendência isotópica geral do sítio e inserindo os resultados na diacronia (**Gráfico 2**), é possível observar a existência de diferença significativa entre os valores $\delta^{15}\text{N}$ dos dois períodos do sítio ($t=2,102$, $df=20,944$, $p=0,048$), que diminuem de uma média de +18,3‰ para +17,7‰, diferença que está sendo causada principalmente pela diminuição nos valores do grupo masculino. As mulheres mantêm média semelhante ao longo do tempo, descartando-se as *outliers*.

Quanto aos valores $\delta^{13}\text{C}$, embora eles não mudem significativamente de um período para o outro ($t=0,174$, $df=32$, $p=0,863$), quando os cruzamos com as idades radiocarbônicas obtidas para cada um dos indivíduos datados – o que reduz a amostra para $n=26$ – obtemos correlação alta e significativa entre as duas variáveis para um nível de confiança de 99% ($r=0,580$, $r^2=0,34$, $p=0,002$). Assim, os valores $\delta^{13}\text{C}$ também mudam ao longo do tempo, tornando-se mais negativos, porém com uma sutileza que faz as diferenças passarem despercebidas pelo teste *t* de Student, talvez pelo fato de o enriquecimento trófico

nesses valores ser de apenas 1%. Após exclusão do *outlier* (criança do sepultamento 69), os valores $\delta^{15}\text{N}$ também apresentam correlação significativa com as datações ($r=0,396$, $r^2=0,157$, $p=0,045$) – porém de grau moderado e apenas para um nível de confiança de 95% – corroborando o resultado do *teste t* com uma diminuição nos valores.

A partir do **Gráfico 2**, é possível também inferir que a dieta dos indivíduos do sexo masculino do sítio Armação do Sul mudou. E mudou de forma que, assim como no período 1 havia indivíduos que se destacavam por apresentar valores $\delta^{15}\text{N}$ mais altos, no período 2 alguns deles se destacavam por apresentar valores $\delta^{13}\text{C}$ mais altos; ou seja, de uma forma ou de outra, alguns homens sempre se diferenciavam dos demais indivíduos do sexo masculino e dos indivíduos do sexo feminino com relação à dieta. As mudanças observadas nas práticas mortuárias e no sedimento que compõe o sítio, portanto, foram acompanhadas por mudanças na dieta.

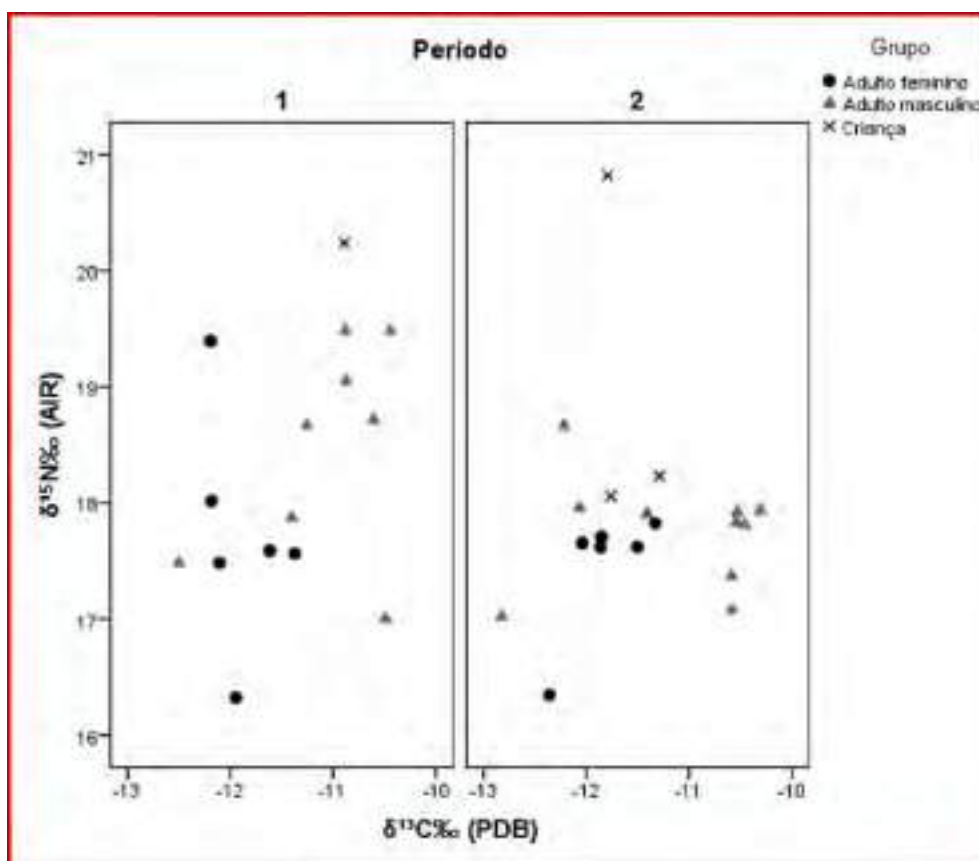


Gráfico 2: Dispersão dos valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre adultos do sexo feminino, adultos do sexo masculino e crianças (sem determinação de sexo) do sítio Armação do Sul.

Fica, contudo, a dúvida: o que teria causado essa mudança nos valores isotópicos? A diminuição no consumo de recursos marinhos de alto nível trófico; a introdução ou aumento no consumo de plantas C_4 , como o milho; ou, ainda, as duas coisas ao mesmo tempo? Nada é possível afirmar, ainda mais tendo em vista a pequena quantidade de evidências do consumo de milho no registro arqueológico dos sítios conchíferos – com exceção de Wesolowski (2007) e Boyadjian *et al.* (2016).

Independentemente do motivo da mudança nos valores isotópicos do sítio Armação do Sul, se inserirmos esses dados no contexto local do litoral central de Santa Catarina (**Gráfico 3**), é possível observar que a mudança tem continuidade em sítios mais recentes como Tapera (Bastos *et al.* 2015) e Porto do Rio Vermelho II (De Masi 2001).

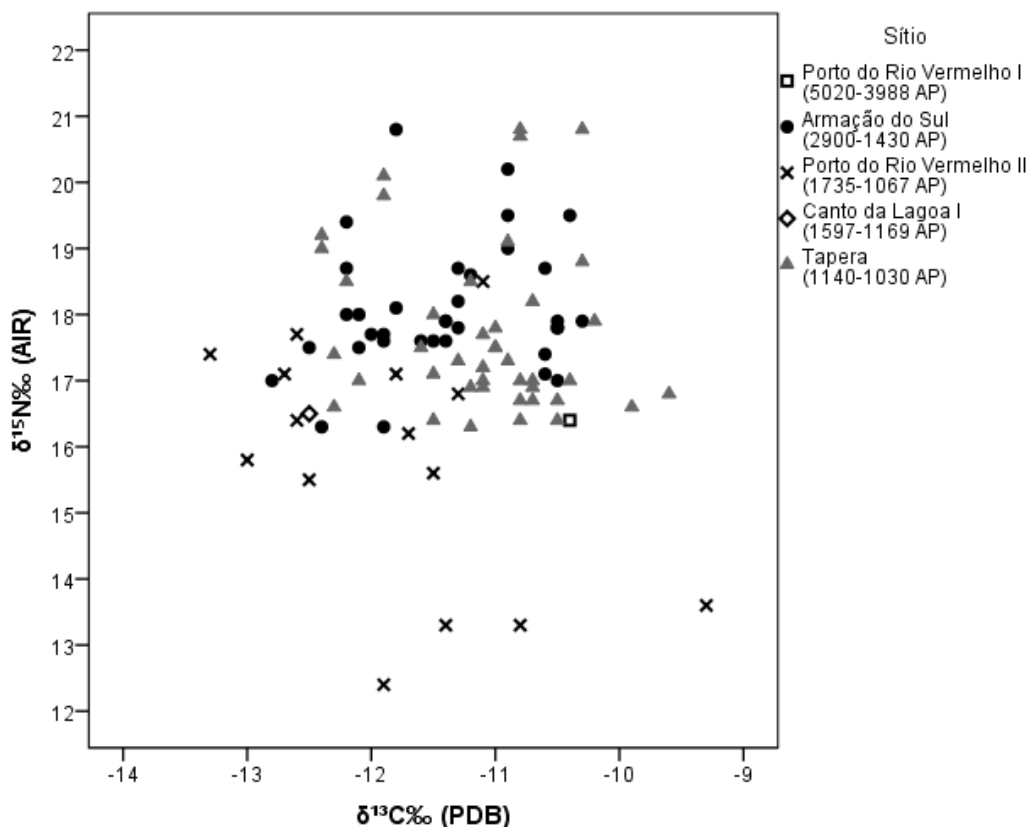


Gráfico 3: Dispersão dos valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ obtidos para os sítios Tapera (Bastos 2014), Porto do Rio Vermelho I, Porto do Rio Vermelho II, Canto da Lagoa I (De Masi 2001) e Armação do Sul. Os sítios estão dispostos em ordem cronológica na legenda, juntamente com suas idades radiocarbônicas mais antigas e mais recentes (não calibradas).

Ainda com relação ao contexto local, a semelhança observada entre os valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ dos sítios Armação do Sul e Tapera é extremamente interessante, indicando ser possível haver continuidade histórica entre esses sítios⁷, um sem presença de cerâmica e outro cerâmico. Embora os valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do período 2, do sítio da Armação, apresentem diferença significativa com relação aos valores do período 1, eles são significativamente semelhantes em sua distribuição aos valores $\delta^{15}\text{N}$ da Tapera, de acordo com o teste *U* de Mann-Whitney ($p=0,139$)⁸. E o mesmo serve para os valores $\delta^{13}\text{C}$, de acordo com o teste *t* ($t=-1,767$, $df=59$, $p=0,082$) em um nível de confiança de 95%. Igualmente interessantes são as diferenças observadas nos valores desses dois sítios, que se situam em uma mesma localidade, com relação ao sítio Porto do Rio Vermelho II (De Masi 2001), situado em outra localidade do litoral central. Os indivíduos do sítio Armação do Sul se diferem daqueles do sítio Porto do Rio Vermelho II com relação aos valores $\delta^{15}\text{N}$ ($t=4,031$, $df=18,950$, $p=0,001$), que são mais altos, sendo os valores $\delta^{13}\text{C}$ semelhantes ($t=1,289$, $df=32$, $p=0,207$); e os indivíduos do sítio Tapera se diferem tanto com relação aos valores $\delta^{15}\text{N}$ ($p=0,001$, teste Mann-Whitney), que são mais altos, quanto com relação aos valores $\delta^{13}\text{C}$ ($t=-3,135$, $df=55$, $p=0,003$), que são também maiores.

Tendo em vista que os sítios Tapera e Armação do Sul se situam no sul da Ilha de Santa Catarina, enquanto o sítio Porto do Rio Vermelho II se encontra no entorno da Lagoa da Conceição, no leste da Ilha, essas apontam para a possibilidade de haver diferenças no modo de vida das populações associadas a diferentes conjuntos de sítios em diferentes partes do litoral

7 Para uma discussão sobre a continuidade histórica entre sítios conchíferos com e sem cerâmica, bem como apresentação de mais indicadores para a continuidade entre Armação do Sul e Tapera, ver Oppitz (2015).

8 Foi utilizado um teste não paramétrico devido à ausência de normalidade nos valores $\delta^{15}\text{N}$ da amostra da Tapera.

central. Mesmo havendo pouca chance de serem contemporâneos, os sítios Armação do Sul e Tapera se aproximam mais entre si do que com o sítio Porto do Rio Vermelho II, que é provavelmente contemporâneo dos dois.

Ao mesmo tempo, contudo, as populações dos três sítios parecem estar modificando suas dietas numa mesma direção (deslocamento para baixo e para a direita do gráfico), e, como conjunto de sítios do litoral central, apresentam diferenças com relação aos sítios de outras porções do litoral catarinense, como Forte Marechal Luz (Bastos *et al.* 2014), no litoral norte, e Jabuticabeira II e Galheta IV (Colonese *et al.* 2014), no litoral sul (Tabela 1 e Gráfico 4). Diferenças não tanto na composição da dieta em si, que é predominantemente marinha em todos os sítios analisados, mas na forma como ela muda – ou não muda – ao longo do tempo. Nesse sentido, foi observada diminuição nos valores $\delta^{15}\text{N}$ e aumento nos valores $\delta^{13}\text{C}$ no litoral central (alteração em direção ao consumo de plantas C_4 e/ou diminuição no consumo de recursos marinhos de alto nível trófico); aumento nos valores $\delta^{15}\text{N}$ e diminuição nos valores $\delta^{13}\text{C}$ no litoral norte (alteração em direção ao consumo de recursos terrestres e plantas C_3); e aparente ausência de mudança no litoral sul.

Tabela 1: Média dos valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ obtidos para os sítios Tapera (Bastos 2014), Porto do Rio Vermelho II (De Masi 2001) e Armação do Sul, do litoral central; Forte Marechal Luz (Bastos 2014), do litoral norte; e Jabuticabeira II e Galheta IV (Colonese *et al.* 2014), do litoral sul.

Porção litorânea	Sítio	Período	média $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	média $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	N	Referência
Litoral Norte	Forte Marechal Luz (s/ cerâmica)	Antigo	15,5 ± 0,7	-12,0 ± 1,2	7	Bastos (2014)
	Forte Marechal Luz (c/ cerâmica)	Tardio	15,9 ± 1,0	-13,4 ± 1,3	5	Bastos (2014)
Litoral Central	Armação do Sul (período 1)	Antigo	18,3 ± 1,1	-11,4 ± 0,7	16	Oppitz (2015)
	Armação do Sul (período 2)	Tardio	17,7 ± 0,5	-11,4 ± 0,8	19	Oppitz (2015)
	Porto do Rio Vermelho II	Tardio	15,8 ± 1,8	-11,8 ± 1,0	15	De Masi (2001)
	Tapera	Tardio	17,7 ± 1,3	-11,1 ± 0,7	42	Bastos (2014)
Litoral Sul	Jabuticabeira II	Antigo	17,4 ± 1,6	-11,5 ± 1,5	47	Colonese <i>et al.</i> (2014)
	Galheta IV	Tardio	17,4 ± 0,6	-11,4 ± 1,2	7	Colonese <i>et al.</i> (2014)

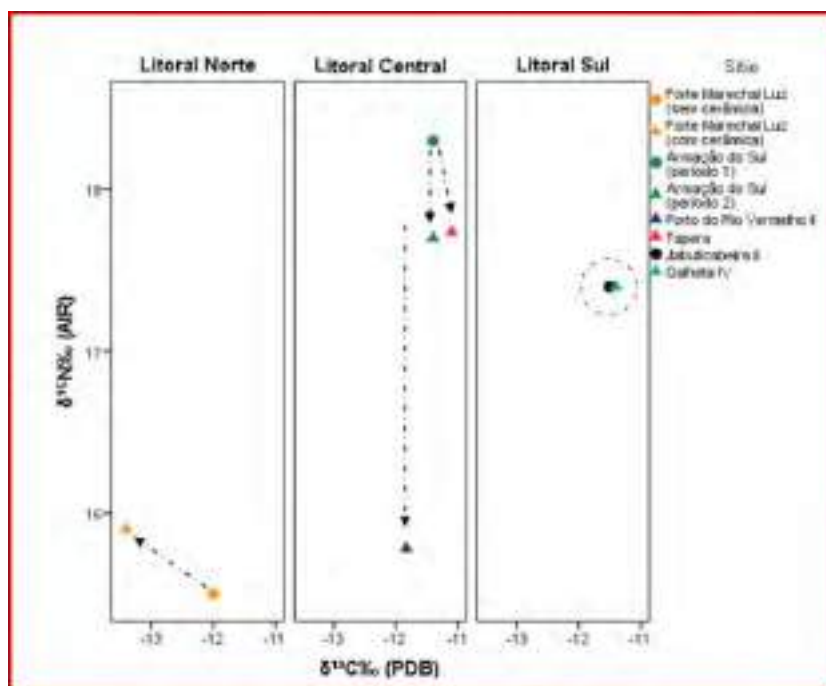


Gráfico 4: Dispersão das médias e representação da direção da mudança ao longo do tempo nos valores $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ dos sítios do litoral central [Tapera (Bastos 2014), Porto do Rio Vermelho II (De Masi 2001) e Armação do Sul], do litoral norte [Forte Marechal Luz (Bastos *et al.* 2014)] e do litoral sul [Jabuticabeira II e Galheta IV (Colonese *et al.* 2014)]. Os círculos representam os sítios ou períodos mais antigos (>2500-2000 anos AP) e os triângulos representam os sítios mais tardios (<2500-2000 anos AP).

Adentrando o contexto maior dos sítios conchíferos do litoral catarinense como um todo, portanto, os dados indicam que a mudança na dieta possivelmente tomou direções distintas nas diferentes porções litorâneas, desenrolando-se diferentemente nos diferentes contextos locais.

Quando consumimos ou servimos um alimento não estamos apenas manipulando um objeto, mas transmitindo uma situação (Barthes 1979, Douglas 1972). A alimentação não se trata apenas de necessidade, mas de uma necessidade estruturada e estruturante. A comida, assim, pode ser considerada duplamente corpórea, uma vez que participa tanto na criação da pessoa física quando da pessoa social (Atalay e Hastorf 2006).

Não existem distinções naturais, todas as formas de categorização precisam ser construídas e objetivadas (Bourdieu 1989) e, em sua trivialidade e pretensão à naturalidade, a dieta e tudo o mais que é relativo à alimentação – como as técnicas de preparo e modos de servir – aparecem como meios potentes de produção e reprodução de distinções sociais. Norbert Elias (1939), por exemplo, mostra-nos como, em tempos de transição entre a idade média e a idade moderna, a etiqueta e os modos à mesa foram fundamentais na internalização e modulação da nova estrutura de relações interpessoais – cada vez mais contidas – que estava em formação, servindo também na diferenciação da aristocracia absolutista emergente com relação à nobreza feudal decadente e às classes inferiores. Assim, também, o consumo de determinados alimentos por determinados grupos e os tabus que permeiam hábitos alimentares – como o filé pelas classes superiores e as vísceras pelas classes inferiores, ou o tabu da sociedade moderna ocidental com relação aos cachorros (Sahlins 1976) – são importantes meios de veiculação de identidades.

No sítio Armação do Sul, os valores $\delta^{15}\text{N}$ do primeiro período revelaram uma dieta de maior nível trófico para os indivíduos do sexo masculino. O que exatamente o consumo de recursos de nível trófico mais elevado ou menos elevado poderia significar para essas populações, não sabemos, mas temos aí uma diferença clara na dieta de homens e mulheres que, com certeza, não se deu naturalmente, sendo resultante de estruturas de relações pré-estabelecidas e reprodutora dessas relações. Vale dizer que essa diferenciação com relação ao nível trófico da dieta, com os homens apresentando valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ mais elevados e mais heterogêneos, é bastante corrente em diferentes contextos ao redor do mundo, sendo sempre interpretada como indicação de acesso diferenciado aos recursos, nesse caso, de maior acesso a fontes de proteínas ricas em $\delta^{15}\text{N}$ por parte dos indivíduos masculinos (Larsen 2015[1997]).

E além da distinção sexual, no caso do sítio Armação do Sul os resultados apontam também para distinção entre grupos de indivíduos do sexo masculino, distinção esta que encontra correspondência na distribuição espacial dos sepultamentos (cf. Oppitz 2015). No período 1, a maior parte dos indivíduos masculinos apresenta valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ mais elevados e estão concentrados na porção sul da área escavada. As exceções são os sepultamentos 71 e 74, com valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ menores – como os do grupo feminino – e situados em espaço diametralmente oposto aos demais, na porção norte; e o sepultamento 37, que está situado na porção sul, porém com valores $\delta^{15}\text{N}$ mais elevados, valores $\delta^{13}\text{C}$ menores e com datação mais antiga que os demais, provavelmente sendo o primeiro sepultamento do sítio. No período 2, a maior parte dos indivíduos apresenta valores $\delta^{15}\text{N}$ semelhantes aos das mulheres ou menores, porém valores $\delta^{13}\text{C}$ mais elevados, e se dividem de forma que os indivíduos de datação mais antiga se situam na porção sudeste da área escavada e os sepultamentos mais recentes na porção norte. As exceções são os sepultamentos 61 e 78, com valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ semelhantes aos das mulheres e situados na porção noroeste, o sepultamento 2, com valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ menores e o sepultamento 5, com valor $\delta^{15}\text{N}$ maior e valor $\delta^{13}\text{C}$ menor, estes dois últimos estando situados na porção norte e apresentando datações mais recentes que os demais.

Tanto no período 1 quanto no período 2, portanto, há um grupo de indivíduos do sexo masculino que se assemelha às mulheres com relação à dieta e, ao mesmo tempo, um grupo que se diferencia, ora consumindo recursos de maior nível trófico (período 1), ora consumindo maior quantidade de recursos terrestres e talvez até plantas C_4 ou animais que delas se alimentam, como a capivara (período 2). Coincidentemente ou não, os indivíduos com dieta semelhante à das mulheres estão sepultados sempre na porção norte-noroeste da área escavada, no mesmo local onde há uma grande concentração de sepultamentos de crianças do segundo período⁹.

As diferenças observadas podem estar associadas tanto à posição desses indivíduos na sociedade e questões de *status*, quanto ao seu pertencimento a grupos de parentesco distintos. Mais uma vez, contudo, é difícil inferir o que uma dieta de maior ou menor nível trófico e o consumo maior ou menor de recursos C_4 – se de fato for o caso – pode significar no contexto dessas relações de *status* e parentesco, para além, claro, do fato de estarem refletindo e produzindo distinções sociais.

Embora entre os indivíduos consumidores de recursos de nível trófico mais elevado (período 1) e de, talvez, maior quantidade de recursos C_4 (período 2), estejam alguns daqueles que apresentaram maior número de acompanhamentos funerários, enquanto aqueles indivíduos com dieta semelhante à do grupo feminino apresentaram número menor de acompanhamentos (Oppitz 2015), não é possível estabelecer correlações seguras entre essas variáveis, uma vez que os sepultamentos desses últimos são todos incompletos¹⁰. Por outro caminho, levando em consideração a distribuição espacial, poderíamos arriscar a sugestão de que os indivíduos de dieta próxima à das mulheres teriam um *status*, de alguma forma, vinculado às crianças, devido ao espaço que ocupam na área escavada do sítio, junto às crianças da extremidade norte-noroeste, mas para isso precisaríamos de mais dados.

Curiosamente, não há diferenciação interna no grupo feminino, este apresentando valores constantes e bastante homogêneos tanto do ponto de vista sincrônico quanto do ponto de vista diacrônico. Apesar da presença de algumas mulheres consideradas *outliers*, estas não formam conjuntos coerentemente diferenciados como formam os indivíduos masculinos e, tampouco, apresentam correlações com dados relativos às práticas mortuárias (acompanhamentos funerários ou distribuição espacial); logo, podem ser entendidas somente em termos de possíveis tabus, preferências e restrições alimentares (como foram entendidos todos os indivíduos *outliers* adultos do sítio, femininos ou masculinos), sem extrapolações ou inferências relativas à distinção social. Isso não deve significar ausência de distinções entre os indivíduos do sexo feminino, apenas que essas distinções não estavam refletindo em suas dietas proteicas, pelo menos não de forma perceptível nos valores isotópicos de nitrogênio e carbono do colágeno.

A atuação da dieta na produção e reprodução de distinções sociais entre os indivíduos do sítio Armação do Sul, distinções tanto de ordem sexual quanto de *status* ou parentesco, é fortemente indicada, e mostra como a análise de isótopos de nitrogênio e carbono, se associada a uma cronologia fina, pode revelar não somente a forma como as coisas mudam ao longo do tempo, mas também aspectos dessa dimensão sutil das relações humanas, que é a criação de distinções e identidades entre práticas e representações, algo que pode ser aprofundado em estudos futuros.

Uma vez reconhecido esse potencial com relação à evidência de distinções internas às sociedades, a análise pode também ser estendida para a observação do papel da dieta no estabelecimento de fronteiras e na formação de identidades entre sítios que pertencem a um mesmo contexto local, como o litoral central de Santa Catarina, ou entre diferentes localidades de

9 É importante salientar aqui que o sítio Armação do Sul tem uma área total estimada por Rohr em 2000m², porém teve somente 269m² escavados – 85m² na primeira etapa e 184m² na segunda, com 10m de distância entre as duas áreas. Além disso, a análise da distribuição espacial dos sepultamentos em Oppitz (2015) foi realizada com base somente nos indivíduos datados, pouco mais de 30% da amostra total. A inclusão de todos os sepultamentos escavados, distribuídos em lâminas definidas a partir de suas profundidades, poderia tanto reafirmar quanto complexificar ou alterar o que foi observado.

10 Em geral, costelas e vértebras ou extremidades dos membros ou membros inferiores ausentes (ou não escavados) (Schmitz *et al.* 1992).

um contexto regional maior, como o litoral catarinense. Os dados apresentados indicam a existência de diferenças no contexto do litoral central e entre diferentes porções do litoral catarinense, porém é necessário um maior número de sítios analisados para o aprofundamento dessas questões.

Por fim, cabe destacar que, de acordo com os resultados obtidos, pelo menos no litoral central a dieta começou a mudar por volta de 2500 anos AP, muito tempo antes do aparecimento da cerâmica no local – que se deu por volta de 1330 ± 30 anos AP, no sítio Tapera. Como a cerâmica foi utilizada principalmente no processamento de peixes (Hansel 2006, Colonese *et al.* 2014), ela deve ter tido um importante papel não na alteração daquilo que estava sendo consumido, mas na forma como estava sendo consumido, aparecendo como moduladora de novas formas de processar, cozinhar, servir, estocar alimentos e gerenciar o tempo (Atalay e Hastorf 2006), e, assim, interferindo ativamente no comportamento humano e nas relações interpessoais (Gosden 2005).

Isótopos de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) e mobilidade

Os valores da razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ das amostras de esmalte dentário humano analisadas, variaram entre 0,70951 e 0,71097 (amplitude de 0,00146), apresentando média de 0,71, com desvio padrão de 0,00033. O maior valor obtido corresponde ao sepultamento 2 (0,71097), de indivíduo adulto jovem, do sexo masculino, e o menor valor corresponde ao sepultamento 46 (0,70951), de indivíduo adulto, também do sexo masculino.

Os valores da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dentário da fauna analisada, variaram entre 0,70918 e 0,71959 (amplitude de 0,01041), apresentando média de 0,7127, com desvio padrão de 0,00402. O maior valor obtido (0,71959) corresponde ao porco do mato e o menor valor corresponde à ostra (0,70918).

Frente aos dados isotópicos de estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) gerados (**Gráfico 5**), está claro que possivelmente nenhum dos indivíduos analisados do sítio Armação do Sul passou seus primeiros anos de vida em regiões de disponibilidade isotópica muito distinta daquela encontrada no litoral de Santa Catarina, como o interior do continente, a encosta da serra ou o planalto, e as análises de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ nos permitem afirmar, também, que todos eles passaram seus últimos anos de vida no litoral, alimentando-se sobretudo de recursos marinhos.

Isso significa que as mudanças observadas no sítio Armação do Sul provavelmente não estão relacionadas à incorporação de indivíduos não locais provenientes do interior, mesmo resultado obtido por Bastos *et al.* (2015) com relação à presença de cerâmica no sítio Tapera que, assim como o sítio Armação do Sul, situa-se no litoral central de Santa Catarina. É possível, no entanto, que tais mudanças estejam relacionadas à incorporação de indivíduos provenientes de regiões litorâneas próximas.

Os valores das assinaturas isotópicas de estrôncio dos indivíduos analisados do sítio Armação do Sul, aumentaram progressivamente desde o início da ocupação do sítio, conforme nos indica a correlação significativa ($p=0,006$) existente entre os dados de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e as datações radiocarbônicas (**Gráfico 6**). As assinaturas dos indivíduos aumentaram de forma sutil e gradual ao longo do tempo, com coeficiente de correlação de Pearson (r) de 0,568 e coeficiente de determinação (r^2) de 0,323, indicando que 32% dos valores isotópicos podem ser explicados pelas datações. Há também uma tendência à maior variação nas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre os indivíduos mais tardios (**Gráfico 7**).

Ao considerarmos todos os indivíduos analisados – e não apenas os 22 que foram analisados para $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e também datados – comparando aqueles pertencentes ao período 1 com aqueles pertencentes ao período 2, o progressivo aumento dos valores e da variação das razões isotópicas se faz ainda mais evidente (**Gráfico 8**). Há diferença significativa para um nível de confiança de 95% entre a média dos valores do primeiro período (0,70982) e a média dos valores do segundo período

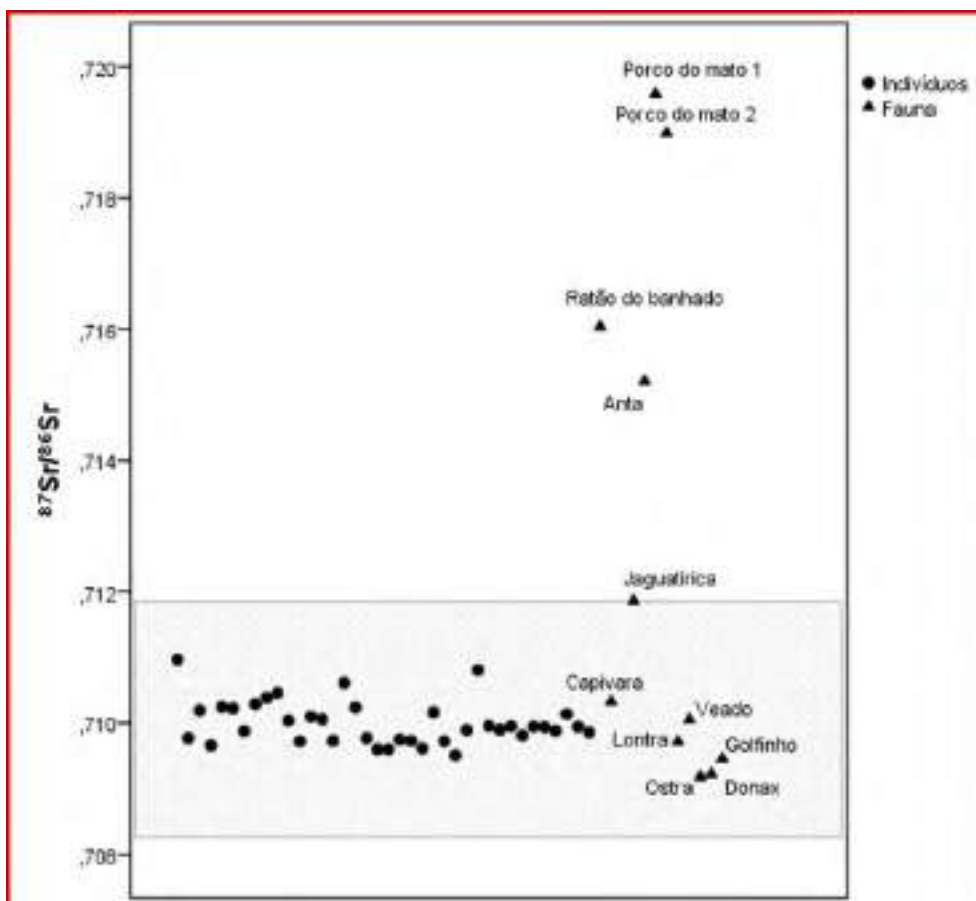


Gráfico 5: Dispersão dos valores isotópicos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidos para a fauna e os indivíduos analisados do sítio Armação do Sul. O quadro cinza representa o alcance da assinatura local biologicamente disponível (0,7081 a 0,7118).

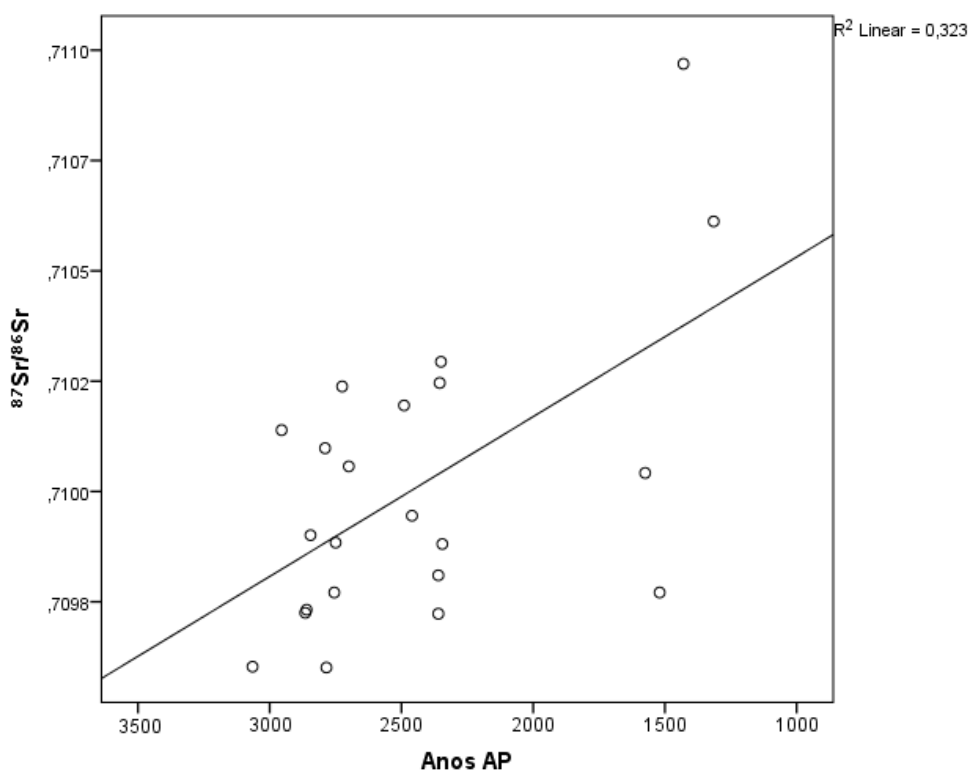


Gráfico 6: Gráfico representando a correlação entre a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e as datações radiocarbônicas.

(0,71013), com $p=0,002$ (*teste t* de Student). Com relação à variação dos valores, os coeficientes de variação de Pearson (CVp) nos mostram que enquanto as assinaturas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos indivíduos do período 1 desviam 0,028% da média, as assinaturas do período 2 apresentam desvio de 0,046% e, portanto, maior dispersão.

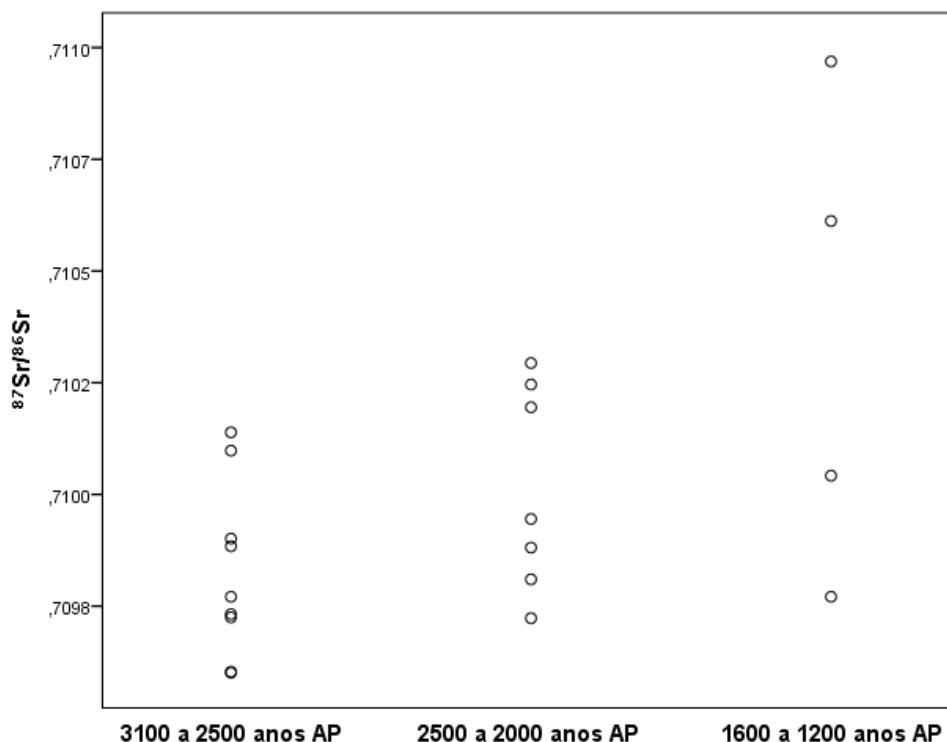


Gráfico 7: Representação da dispersão dos valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nos diferentes momentos de ocupação do sítio.

O aumento progressivo dos valores poderia ser explicado por uma mudança gradual da dieta, a qual estaria se tornando mais terrestre ao longo do tempo, como indicado pelas análises isotópicas de carbono e nitrogênio. Acontece que essas análises foram realizadas a partir do colágeno dos ossos, dizendo respeito à dieta dos últimos anos de vida dos indivíduos, enquanto as análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ foram realizadas a partir do esmalte dentário, dizendo respeito à assinatura isotópica dos indivíduos na infância, o que inviabiliza o estabelecimento de correlações. O aumento na variação dos valores, por sua vez, seria mais bem explicado por uma expansão nas relações entre populações de regiões litorâneas próximas, com a incorporação de indivíduos provenientes dessas regiões pela população do sítio da Armação do Sul.

De fato, é possível que alguns indivíduos sepultados no sítio sejam provenientes de localidades litorâneas próximas e, em algum momento de suas vidas tenham migrado para a Ilha de Santa Catarina. Embora todos os valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidos para o esmalte dentário humano estejam de acordo com a assinatura local biologicamente disponível, indicada pela fauna analisada, a presença de *outliers* e valores desviantes da tendência normal aponta para essa possibilidade.

Quando os resultados são abordados a partir de uma perspectiva geral de longa duração – que lida com a tendência isotópica do sítio ao longo de seus mais de 1000 anos de ocupação – apenas o indivíduo 2 aparece como *outlier*. Curiosamente, esse é justamente o indivíduo que apresenta evidência de violência, com uma ponta cravada em sua quarta vértebra lombar (Lessa e Scherer 2008). Ao aproximarmos o olhar para momentos cronológicos específicos, porém, percebemos que o indivíduo 49 também desponta como *outlier*, mas somente dentro do conjunto de valores do primeiro período de ocupação do sítio. Isso chama atenção para a questão colocada por Wright (2005) quanto à possibilidade de indivíduos não locais es-

tarem incluídos nas extremidades da distribuição normal. Reforça também a ideia de que indivíduos não locais, provenientes de regiões geológicas parecidas, podem estar inseridos dentro da faixa de distribuição da assinatura biológica local, passando despercebidos.

Como os valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ que desviam da tendência central se destacam por serem mais elevados que os demais, somos levados a supor que os indivíduos potencialmente não locais teriam origem no próprio litoral central, em localidades onde a presença de formações geológicas mais antigas, do Proterozóico e Arqueano, poderia estar elevando as assinaturas isotópicas.

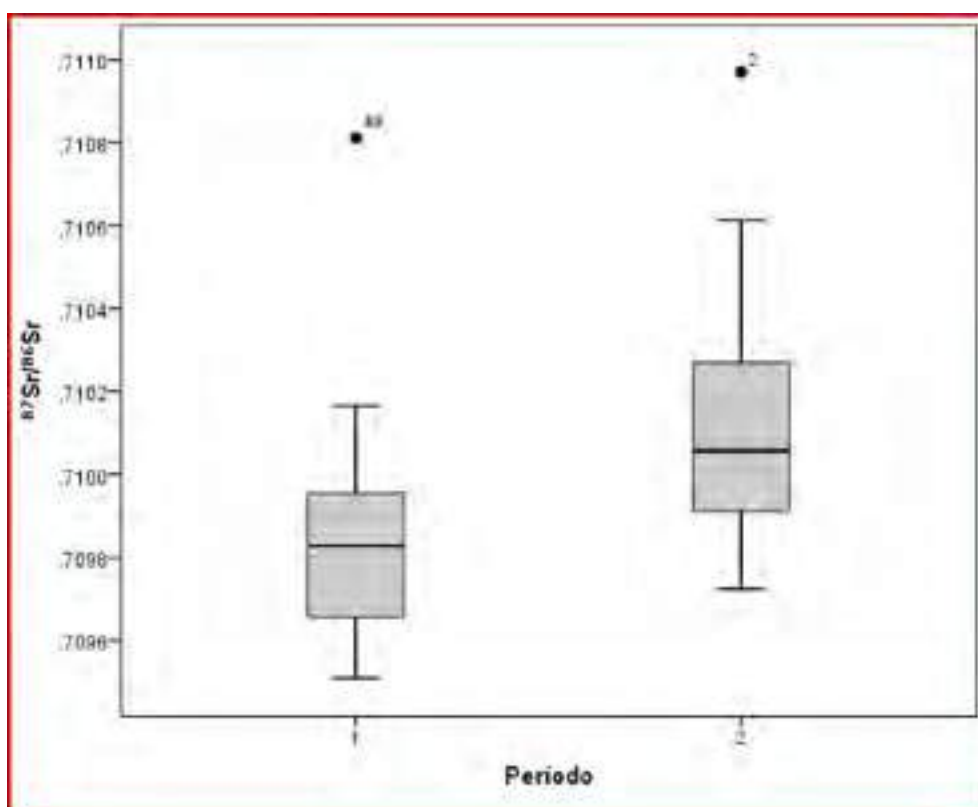


Gráfico 8: Boxplot das razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas para os indivíduos pertencentes ao período 1 (sepultados na areia marrom e/ou datado entre 3100 e 2500 AP) e ao período 2 (sepultados na terra preta e/ou datado entre 2500 e 1200 AP).

Inserindo os resultados obtidos para o sítio Armação do Sul no contexto local do litoral central de Santa Catarina (ver representação dos dados de Armação do Sul e Tapera no **Gráfico 9**), é possível observar que as médias dos valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos sítios Armação do Sul e Tapera (Bastos *et al.* 2015) apresentam diferença significativa para um nível de confiança de 95%, com $p=0$ (*teste t* de Student), sendo que o sítio Tapera conta com valores mais elevados. Há também um visível aumento na variação das razões, confirmado pelo cálculo dos coeficientes de variação (CVp), com os valores de Armação do Sul desviando 0,042% da média e os de Tapera desviando 0,078%. Essas diferenças provavelmente não são explicadas pela geologia, uma vez que ambos os sítios estão assentados sobre depósitos quaternários, com proximidade de granitos alcalinos das suítes intrusivas Pedras Grandes e Pultono Vulcânica Cambirela, a não ser que as populações em questão estivessem caçando, coletando recursos e utilizando fontes de água de áreas diferentes, com geologia muito distinta daquela que caracteriza seu entorno.

No sítio Tapera, a elevada variação dos valores se dá principalmente entre os indivíduos do sexo feminino, o que levou Bastos *et al.* (2015) a levantarem a hipótese da virilocalidade, como foi sugerido por Hubbe (2009) para os sítios cerâmicos mais tardios. O sítio Armação do Sul, por sua vez, parece apresentar uma maior variação entre os indivíduos do

sexo masculino no período 1 e uma equiparação no período 2, causada por um aumento grande na variação das mulheres e aumento menor na variação dos homens. Para interpretar esse quadro, podemos também seguir a proposta de Hubbe (2009) e considerar a possibilidade de que o período 1 teria sido marcado pela uxorilocalidade e o período 2 por uma transição de um padrão uxorilocal para um padrão virilocal; ou, então, de que ambos os períodos representariam essa transição, uma vez que a distribuição dos dados não deixa nada muito claro.

Em sua análise dos marcadores de estresse músculo-esquelético, Scherer *et al.* (2015) observaram que a parcela feminina do sítio Armação do Sul não parece ter realizado atividades regulares que envolvessem deslocamentos para longe de seu núcleo habitacional, enquanto que o grupo feminino do sítio Tapera apresentou casos compatíveis com deslocamentos mais frequentes e/ou em maiores distâncias. Esses resultados podem estar simplesmente apontando para padrões de mobilidade e/ou realização de atividades distintas pelas mulheres dos sítios em questão, mas não pode ser descartada a possibilidade de indicarem passagem de um padrão de residência uxorilocal para um padrão virilocal, em tempos mais tardios.

Frente a esses dados relativos às diferenças entre Armação do Sul e Tapera, e partindo da ideia de continuidade histórica entre os sítios conchíferos com e sem cerâmica, podemos pensar então que o aumento dos valores isotópicos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ observado desde o início da formação do sítio Armação do Sul faz parte de um processo que continua no sítio da Tapera (Bastos *et al.* 2015), pois este sítio apresenta razões que ora se sobrepõem aos daquele e ora são ainda mais altas. E o mesmo serve para o aumento na variação dos valores no sítio Armação do Sul, que parece prenunciar a variação ainda maior que teria lugar no momento seguinte, representando o início de um processo que teria continuidade em sítios cerâmicos como Tapera.

A diferença entre a média dos valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos dois sítios poderia ser explicada por diferenças na dieta, por diferenças geológicas nas principais áreas de captação de recursos – como um aumento na utilização de recursos continentais ou a utilização de fontes de água distintas – e pela presença de indivíduos provenientes de regiões com formação geológica mais antiga.

Sabemos que animais de regiões com disponibilidade isotópica diferente faziam parte da dieta tanto dos indivíduos do sítio Armação do Sul quanto Tapera, a exemplo dos porcos do mato com razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ muito acima da média e outras amostras de fauna que se mostraram potencialmente não locais. Como o sítio Tapera está situado na baía sul, voltado para o continente, o acesso a esse tipo de recurso deveria ser facilitado. Além disso, as análises sobre alterações entésicas sugerem a transposição mais frequente de terrenos íngremes e acidentados pelos indivíduos masculinos do sítio Tapera. Nesse sentido, talvez os indivíduos desse sítio estivessem caçando tanto na mata atlântica – onde os terrenos são mais irregulares, demandando mais dos membros inferiores – quanto em áreas de baixadas, enquanto os indivíduos da Armação do Sul estariam caçando principalmente nas áreas de baixadas (Scherer *et al.* 2015).

Um foco maior nos recursos da mata atlântica – que, na Ilha de Santa Catarina, situa-se sobre granitos alcalinos do Eopaleozóico – poderia ser responsável pelo aumento nas razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, ainda mais se tais recursos fossem buscados também na mata atlântica continental, onde a influência do estrôncio marinho sobre a assinatura biologicamente disponível é menor do que nas terras insulares. Ou, ainda, nos arredores dos atuais municípios de Biguaçu, São José e Palhoça, onde há presença de unidades geológicas que remetem ao Proterozóico e ao Arqueano.

A grande diferença observada nos coeficientes de variação (CVp), entretanto, é mais difícil de ser explicada para além da ideia de que, no sítio Tapera, a presença de indivíduos não locais provenientes de localidades litorâneas próximas teria sido mais expressiva. Como ambos os sítios estão inseridos em um mesmo contexto geológico, e como mesmo em regiões com grande heterogeneidade isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ – a exemplo do litoral central – a tendência é de que grupos humanos e outros animais apresentem notável homogeneidade em suas assinaturas isotópicas (Price, Burton e Bentley 2002) – ainda mais em

ambientes litorâneos com forte influência do estrôncio marinho (Bentley 2006) – os valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos indivíduos dos sítios Armação do Sul e Tapera deveriam apresentar variação mais parecida.

Apesar da tendência à homogeneidade, existem fatores que podem introduzir variação nas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de uma população, como a dieta. Para isso acontecer, contudo, precisa haver diferença na dieta de indivíduos ou grupos de indivíduos específicos (Price, Burton e Bentley 2002). Embora Bastos *et al.* (2015) tenham observado que algumas mulheres do sítio Tapera possivelmente estavam se alimentando de recursos com valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais negativos, não encontraram esse tipo de variabilidade na dieta do grupo analisado, nem qualquer correspondência entre a variação nas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e os valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$. No sítio Armação do Sul, embora não seja possível fazer correlações entre os valores $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do colágeno dos ossos e as assinaturas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do esmalte dentário, pode-se dizer que não há tanta variabilidade na dieta: enquanto entre os indivíduos do sexo masculino foram, de fato, observadas diferenças, no grupo feminino a dieta é bastante homogênea e semelhante à das crianças fora da idade de amamentação.

Ficamos então com a hipótese de que a diferença na variação dos valores isotópicos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre os sítios Armação do Sul e Tapera esteja relacionada à uma expansão nas relações com populações litorâneas próximas, por parte dos indivíduos do sítio Tapera. Expansão tanto em termos quantitativos, com um aumento na frequência e intensidade dessas relações, quanto em termos qualitativos, com a incorporação de outras regiões isotópicas que, em tempos anteriores, talvez não estivessem incluídas na rede de relações. Em um momento anterior, representado pelo período 1 do sítio da Armação, as interações talvez fossem menos frequentes e/ou restritas a localidades específicas de disponibilidade isotópica mais parecida com a da Ilha de Santa Catarina, como a maior parte do continente próximo à ilha; no momento seguinte, representado pelo período 2, o processo expansivo teria se iniciado timidamente para, mais tarde, atingir seu auge em sítios como Tapera.

Se a hipótese estiver correta, essa expansão estaria se fazendo visível no registro arqueológico do sítio Tapera devido às trocas resultantes de um padrão virilocal de residência pós-marital, que aparecem no registro sob a forma de patrimônios genéticos (Hubbe 2009), assinaturas isotópicas (Bastos *et al.* 2015) e nos índices de robustez (Lessa *et al.* 2011). Provavelmente estaria também se manifestando por meio da presença de objetos, alimentos e costumes intercambiados, ainda por serem identificados em pesquisas futuras – como quem sabe a própria cerâmica.

Pensando agora no contexto do litoral catarinense como um todo e nas diferenças observadas entre os valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidos para as populações do litoral central e do litoral norte (**Gráfico 9**), enquanto os sítios Armação do Sul e Tapera apontam para um aumento da média e da variação das razões isotópicas em tempos mais tardios, no sítio Forte Marechal Luz, do litoral norte, a média e a variação das razões isotópicas permaneceram iguais ao longo dos mais de 3000 anos em que foi ocupado (Bastos *et al.* 2011).

Esses dados contribuem para uma melhor compreensão dos processos de mudança pelos quais passaram os sítios conchíferos catarinenses a partir de 2000 anos AP, chamando atenção para a forma como contextos locais diferentes respondem diferentemente a pressões estruturais possivelmente semelhantes. Nisso, colocam também em pauta a importância da relação entre indivíduo e estrutura nos processos de mudança social. A ação se dá por meio das disposições de indivíduos e grupos inseridos em contextos de significado específicos (Bourdieu 1967). Interpretações diferentes, ocasionadas por *habitus* distintos, podem levar a desdobramentos inimaginados, que fogem às pressões estruturais, tal como a morte do capitão Cook, quando estava indo embora no Haváí (Sahlins 1985). Daí a necessidade de se entender os processos de mudança contextualmente.

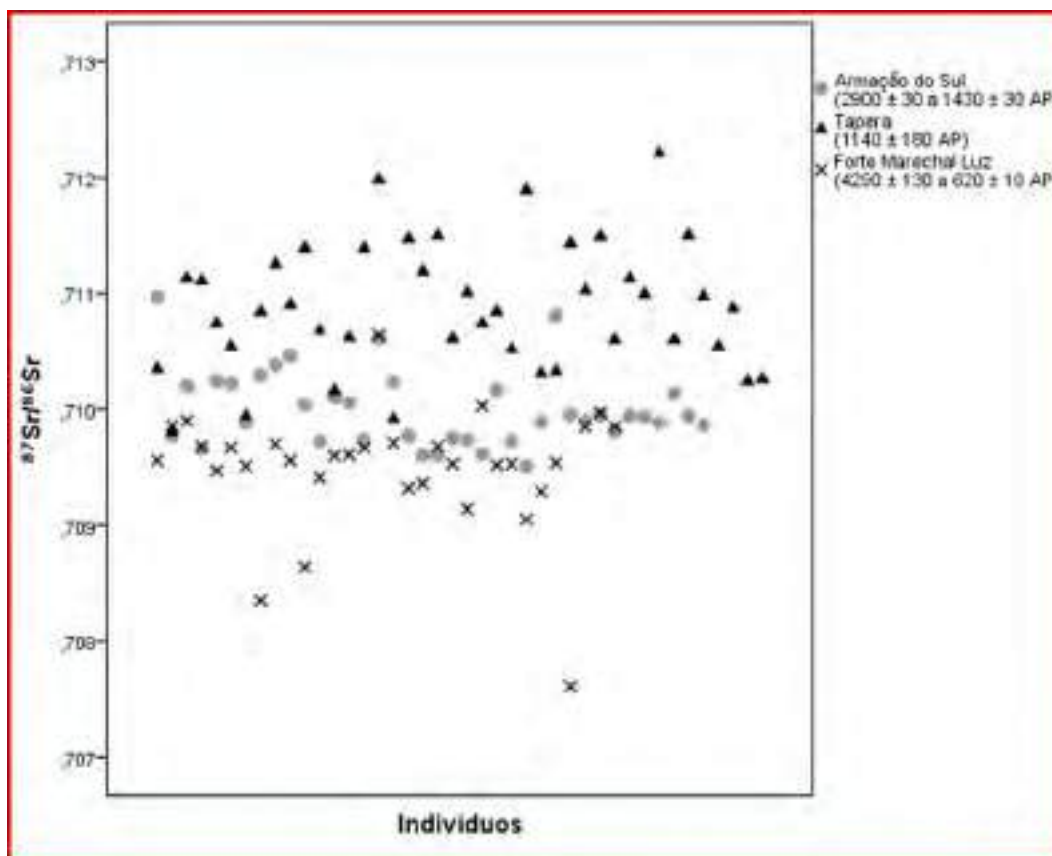


Gráfico 9: Dispersão dos valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos indivíduos analisados do sítio Armação do Sul, Tapera (Bastos *et al.* 2015) e Forte Marechal Luz (Bastos *et al.* 2011). Na legenda constam as faixas temporais ocupadas por cada sítio, definidas a partir de suas idades radiocarbônicas convencionais.

As razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ indicam que acontecimentos possivelmente semelhantes, de ordem cultural e/ou ambiental – como a diminuição do nível do mar, o aumento da umidade, o contato intercultural ou qualquer outro evento que tenha se dado em escala regional – se desenrolaram diferentemente no litoral norte e no litoral central de Santa Catarina. A população do sítio Forte Marechal Luz (Bastos *et al.* 2011) manteve o mesmo padrão de mobilidade após o aparecimento da cerâmica, com manutenção da média dos valores isotópicos e incorporação eventual de indivíduos de outras regiões litorâneas. A população do sítio Tapera (Bastos *et al.* 2015), de certa forma, também manteve o padrão de mobilidade observado no sítio Armação do Sul, caracterizado por uma pequena – porém crescente – variação nos valores isotópicos, no entanto, apresentou valores ainda mais altos, elevando tanto a média dos valores quanto o seu coeficiente de variação.

O que parece é que na interpretação local de acontecimentos regionais, a população associada ao sítio Forte Marechal Luz manteve-se circunscrita em torno dela mesma. Enquanto isso, as populações do sítio Armação do Sul e Tapera tornaram-se ainda mais abertas do que eram, expandindo suas fronteiras – pelo menos no sentido de trocas culturais e/ou pessoas – para regiões litorâneas próximas, com presença de formações geológicas mais antigas, como ocorre em alguns pontos entre Porto Belo e Balneário Camboriú, mais ao norte, e no município de São José, no continente próximo.

Ademais, a constatação da existência de diferença significativa entre as médias das assinaturas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos sítios em questão nos dá um maior poder interpretativo frente aos dados, mostrando que indivíduos provenientes do litoral norte podem vir a ser identificados quando estiverem sepultados em sítios do litoral central e vice-versa. Mesmo que as variações nas assinaturas isotópicas disponíveis ao longo do litoral catarinense sejam pequenas – mais por causa da influência do estrôncio marinho do que da geologia – o fato dos espectrômetros de massa modernos apresentarem precisão mínima de 10^{-5} (Allègre

2008) torna variações na quarta casa decimal extremamente significativas, podendo ser utilizadas para identificar indivíduos não locais (Grupe *et al.* 1997).

Com um aprofundamento dos estudos e mapeamento das pequenas variações ao longo do litoral, portanto, os isótopos de estrôncio poderão passar a informar não apenas sobre as relações estabelecidas com populações do interior e outras regiões litorâneas mais distantes, mas também sobre as relações estabelecidas – fluxos de ideias, objetos e pessoas – entre as populações das diferentes porções do litoral catarinense, colocando-se como um caminho possível para a melhor compreensão das redes de inter-relações na paisagem pré-colonial do litoral de Santa Catarina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As coisas não mudaram da mesma forma em todas as porções litorâneas catarinenses. Embora as populações associadas aos sítios conchíferos dessa faixa costeira compartilhassem inúmeras tradições e vivências de mundo que deveriam conferir-lhes uma identidade coletiva, estruturando e sendo estruturadas por suas práticas, como a dieta, a tecnologia, a íntima relação com ambientes estuarinos, a distribuição dos sítios no entorno de formações lagunares, a resposta à crise biológica e social da morte e a monumentalização das áreas funerárias pela deposição de material faunístico e sedimento; e, embora haja sintonia cronológica entre muitos dos acontecimentos observados, os *habitus* e contextos locais geraram um efeito de refração, influenciando a apreensão de tais acontecimentos enquanto eventos e, assim, seus desenrolares. A ideia é de processos de mudança que se interseccionaram em determinados pontos no tempo e no espaço, porém, bifurcaram-se em direções, intensidades e atores distintos.

No caso do sítio Armação do Sul, as mudanças estão relacionadas a um quadro que envolveu maior circulação e incorporação de indivíduos de diferentes partes do litoral central e mudança na dieta dos indivíduos masculinos. Associando esses elementos com outros que foram levantados em Oppitz (2015), é possível seguir a deixa de Bourdieu (1967) ao ponderar o surgimento do estilo gótico e esboçar um quadro de séries causais independentes na ordem da causalidade, cuja combinação ou encontro engendrou mudanças significativas na vivência de mundo da população associada ao sítio Armação do Sul e no registro arqueológico. Tal quadro de acontecimentos inter-relacionados envolveu: maior circulação e incorporação de indivíduos de diferentes partes do litoral central; mudança na dieta de parte dos indivíduos do sexo masculino em direção à diminuição no consumo de recursos marinhos de alto nível trófico e/ou ao consumo de recursos terrestres (talvez plantas C₄ ou animais que delas se alimentam); desenvolvimento de uma distinção social mais claramente observável no registro arqueológico e, possivelmente, hereditária¹¹; aumento da violência que, apesar de ser um caso isolado no sítio Armação do Sul, ganha força quando considerado juntamente com os demais casos do litoral central (Base Aérea e Tapera) (Lessa e Scherer 2008); inovações em alguns elementos que compõem as práticas mortuárias (abandono do uso do ocre, introdução de pontas ósseas e artefatos fusiformes) (Oppitz 2015); mudança no sedimento que compõe o sítio (Schmitz *et al.* 1992); adensamento populacional ou maior quantidade de indivíduos sendo sepultados no mesmo local (Oppitz 2015); transição para um padrão de residência virilocal (Hubbe *et al.* 2009); alterações paleoclimáticas (aumento da umidade) (Stríkis *et al.* 2011, Novello *et al.* 2012) e paleogeográficas (devido à diminuição no nível do mar) (Castilhos 1995).

11 O fato de alguns sepultamentos infantis acompanharem a mudança nas práticas mortuárias relacionadas aos indivíduos masculinos (aumento da variabilidade no número e nos tipos de acompanhamentos, com presença mais frequente de sepultamentos que se destacam pela suntuosidade) e justamente na incorporação de elementos tipicamente masculinos (Oppitz 2015), indica que podemos estar lidando com a passagem de uma sociedade de *status* adquirido para uma sociedade de *status* hereditário (Marcus 2008). Em diferentes contextos ao redor do mundo, os sepultamentos infantis raramente se mostram tão elaborados quanto os dos adultos (Fahlander 2008). Sepultamentos ricos em objetos, contudo, ocorrem, e são frequentemente entendidos como evidência de desigualdade hereditária (Marcus 2008): sendo as crianças muito novas para terem adquirido o direito de possuir tantos objetos, deveriam ter herdado tal direito e o *status* correspondente.

Trata-se de uma rede de causalidades locais, regionais e globais sincrônica e diacronicamente inter-relacionadas, na qual se incluem desde acontecimentos mais prosaicos, como a inovação no contexto de uso das pontas ósseas e artefatos fusi-formes, até a atividade solar e o vulcanismo do mundo, responsáveis pelas mudanças ambientais no litoral de Santa Catarina.

O cenário é de intensificação nos processos de mudança, de transição; e, resguardadas as idiosincrasias locais, envolve uma associação de acontecimentos possíveis que é recorrente em diferentes contextos de mudança ao redor do mundo. Ao fim, as inferências realizadas configuram-se em um cenário coerente, indicando que, talvez, estejamos no caminho certo. Estava tudo acontecendo ao mesmo tempo, e a população associada ao sítio Armação do Sul viveu, em seus próprios termos, seus próprios tempos de mudança.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe do CPGeo/USP, do Laboratório de Ecologia Isotópica do CENA/USP, do Laboratório de Paleoparasitologia da ENSP/FIOCRUZ e do Laboratório de Sistemas Cársticos do IGc/USP. Em especial à Liliane Petronilho, à Fabiana Fracassi e ao Prof. Dr. Marcelo Moreira, que estiveram mais diretamente envolvidos nas análises. Agradecemos também aos pareceristas, que contribuíram para a versão final deste artigo, com comentários e sugestões valiosas.

REFERÊNCIAS

- ALLÈGRE, Claude J. (2008). *Isotope Geology*. Cambridge, Cambridge University Press. 512pp.
- AMBROSE, Stanley H. (1993). Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretive considerations. In: Sandford, M.K. (Ed.). *Investigations of Ancient Human Tissue*. Gordon and Breach. p. 59–130.
- ATALAY, Sonya; HASTORF, Christine A. (2006). Food, Meals, and Daily Activities: Food Habitus at Neolithic Çatalhöyük. *American Antiquity*, 71(2):283-319.
- BANDEIRA, Dione R. (1992). *Mudança na estratégia de subsistência: o sítio arqueológico Enseada I - um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. 145pp.
- BANDEIRA, Dione R. (2004). *Ceramistas pré-coloniais da baía da Babitonga, SC – arqueologia e etnicidade*. Tese de Doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 257pp.
- BARTHES, Roland. (1979). Toward a Psychosociology of Contemporary Food Consumption In: FOSTER, R.; RANUM, O. (Eds.) (1979). *Food and drink in history*. Baltimore, John Hopkins University Press.
- BASTOS, Murilo Q.R.; LESSA, Andrea.; CARVALHO, Cláudia R.; TYKOT, Robert H.; SANTOS, Roberto V. (2014). Análise de carbono e nitrogênio: a dieta antes e após a presença de cerâmica no sítio Forte Marechal Luz. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 24: 137-151.
- BASTOS, Murilo Q.R.; MENDONÇA DE SOUZA, Sheila F.; SANTOS, Roberto V.; LIMA, Barbara A.F.; SANTOS, Ricardo V., RODRIGUES-CARVALHO, Cláudia R. (2011). Human mobility on the Brazilian coast: analysis of strontium isotopes in archaeological human remains from the sambaqui of Forte Marechal Luz. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(2): 731-743.
- BASTOS, Murilo Q.R.; SANTOS, Roberto V.; TYKOT, Robert H.; SOUZA, Sheila F.M.; CARVALHO, Cláudia R.; LESSA, Andrea. (2015). Isotopic evidences regarding migration at the archaeological site of Praia da Tapera: New data to an old matter. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 4: 588-595.
- BENDAZZOLI, Cíntia. (2007). *O processo de formação dos sambaquis: uma leitura estratigráfica do sítio Jabuticabeira II*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 246pp.
- BENDER, Margaret M. (1968). Mass Spectrometric Studies of Carbon 13 Variations in Corn and Other Grasses. *Radiocarbon*, 10(2):468-472.
- BENTLEY, R. Alexander. (2006). Strontium isotopes from the Earth to the archaeological skeleton: a review. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 13(3): 135-187.
- BENTLEY, R. Alexander; KRAUSE, Rüdiger; PRICE, T. Douglas; KAUFMANN, Bruno. (2003). Human mobility at the early Neolithic settlement of Vaihingen, Germany: evidence from strontium isotope analysis. *Archaeometry*, 45(3): 471-486.
- BORRERO, Luis Alberto; BARBERENA, Ramiro. (2006). Hunter-Gatherer Home Ranges and Marine Resources: An Archaeological Case from Southern Patagonia. *Current Anthropology*, v. 47, n. 5: 855-868.
- BOURDIEU, Pierre. (1967). Estruturas, Habitus e Prática. In: BOURDIEU, P. (2011). *A economia das trocas simbólicas*. São Paulo, Perspectiva. 361pp.
- BOURDIEU, Pierre. (1977). *Outline of a theory of practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BOURDIEU, Pierre. (1989). *O poder do simbólico*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 311pp.

- BOYADJIAN, Célia Helena Cezar; EGGERS, Sabine.; REINHARD, Karl; SCHEEL-YBERT, Rita. (2016). Dieta no sambaqui Jabuticabeira-II (SC): consumo de plantas revelado por microvestígios provenientes de cálculo dentário. *Cadernos do LEPAARQ*, 13(25):131-161.
- BRAUDEL, Fernand. (1984). *O Mediterrâneo e o mundo mediterrânico na época de Filipe II*. Vol. 1, 2, 3. São Paulo, Martins Fontes.
- BRAUDEL, Fernand. (1992 [2005]). *Escritos sobre a História*. São Paulo, Perspectiva.
- CASTILHOS, Janete A. (1995). *Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da planície costeira e praia da Armação – Ilha de Santa Catarina, SC*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis Universidade Federal de Santa Catarina.
- CHMYZ, Igor. (1967). Dados parciais sobre a arqueologia do vale do rio Paranapanema. In: *Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas: resultados preliminares do primeiro ano 1965-1966*. Museu Paraense Emílio Goeldi, publicações avulsas, Belém, 6: 59-78.
- CHMYZ, Igor. (1968). Considerações sobre duas novas tradições ceramistas arqueológicas no Estado do Paraná. Anais do Segundo Simpósio de Arqueologia da Área do Prata. *Pesquisas, Antropologia*, São Leopoldo, 18:115-125.
- COLONESE, André Carlo; COLLINS, Matthew; LUCQUIN, Alexandre; EUSTACE, Michael; HANCOCK, Yvette; PONZONI, Raquel A.R.; MORA, Alice; SMITH, Colin; DeBLASIS, Paulo; FIGUTI, Levy; WESOLOWSKI, Verônica; PLENS, Cláudia R.; EGGERS, Sabine; FARIAS, Deisi S.E.; GLENDHILL, Andy; CRAIG, Oliver E.; (2014). Long-Term Resilience of Late Holocene Coastal Subsistence System in Southeastern South America. *PLOS ONE*, 9(4): e93854.
- COMERLATO, Fabiana. (2005) *As representações rupestres do litoral de Santa Catarina*. Tese de Doutorado. Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 317pp.
- DeBLASIS, Paulo; KNEIP, Andreas; SCHEEL-YBERT, Rita; GIANINNI, Paulo César; GASPAR, Maria Dulce. (2007). Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e Arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. *Revista Arqueologia Suramericana*, 3: 29-61.
- DeBLASIS, Paulo; GASPAR, Maria Dulce. (2008/2009). Os sambaquis do sul Catarinense: retrospectiva e perspectiva de dez anos de pesquisas. *Especiaria - Cadernos de Ciências Humanas*, Ilhéus, 20/21 (11/12): 83-125.
- DE MASI, Marco Aurélio N. (2001). Pescadores coletores da costa sul do Brasil. *Pesquisas, Antropologia*, São Leopoldo, 57. 136pp.
- DE MASI, Marco Aurélio N. (2009). Aplicações de isótopos estáveis de 18/16O, 13/12C e 15/14N em estudos de sazonalidade, mobilidade e dieta de populações pré-históricas no sul do Brasil. *Revista de Arqueologia*, 22(2): 55-76.
- DeNIRO, Michael J.; EPSTEIN, Samuel. (1978). Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42:495-506.
- DeNIRO, Michael J.; EPSTEIN, Samuel. (1981). Influence of diet on distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45:341-351.
- DOUGLAS, Mary. (1972). Deciphering a Meal. *Daedalus*, 101: 61-81.
- ELIAS, Norbert. (1994[1939]). *O processo civilizador* Vol. 1: Uma História dos Costumes. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor. 277pp.
- FARIAS, Deisi S.E.; KNEIP, Andreas. (2010). *Panorama arqueológico de Santa Catarina*. Palhoça, Editora Unisul. 306pp
- FIGUTI, Levy. (1993). O homem pré-histórico, o molusco e os sambaquis: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 3: 67-80.

- FOSSARI, Teresa D. (2004). *A população pré-colonial Jê na paisagem da Ilha de Santa Catarina*. Tese de Doutorado (Doutorado em Geografia). Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. 339pp.
- GIANNINI, Paulo César F.; VILLAGRAN, Ximena S.; FORNARI, Milene; NASCIMENTO JÚNIOR, Daniel R.; MENEZES, Priscila M.L.; TANAKA, Ana Paula B.; ASSUNÇÃO, Danilo C.; DeBLASIS, Paulo; AMARAL, Paula G.C. (2010). Interações entre evolução sedimentar e ocupação humana pré-histórica na costa centro-sul de Santa Catarina, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas*, Belém, 5(1): 105-128.
- GOSDEN, Christopher. (2005). What do objects want? *Journal of archaeological method and theory*, 12(3): 193-211.
- GRUPE, Gisela; PRICE, T. Douglas; SCHROTER, Peter; SOLLNER, Frank; JOHNSON, Clark M.; BEARD, Brian L. (1997). Mobility of Bell Beaker people revealed by strontium isotope ratios of tooth and bone: a study of southern Bavarian skeletal remains. *Applied Geochemistry*, 12: 517-525.
- HANSEL, Fabrício A.; SCHMITZ, Pedro Ignácio. (2006). Classificação e interpretação dos resíduos orgânicos preservados em fragmentos de cerâmica arqueológica por cromatografia gasosa e cromatografia gasosa - espectrometria de massas. *Pesquisas, Antropologia*, São Leopoldo, 63: 81-112.
- HUBBE, Mark; NEVES, Walter; OLIVEIRA, Emiliano C.; STRAUSS, André. (2009). Postmarital residence practice in Southern Brazilian coastal groups: continuity and change. *Latin American Antiquity*, 20(2):1-12.
- KATZENBERG, M. Anne; HARRISON, Roman G. (1997). What's in a Bone? Recent Advances in Archaeological Bone Chemistry. *Journal of Archaeological Research*, 5(3):265-293.
- KATZENBERG, M. Anne; HERRING, D. Ann; SAUNDERS, Shelley R. (1996). Weaning and Infant Mortality: Evaluating the Skeletal Evidence. *Year book of Physical Anthropology*, 39:177-199.
- KLÖKLER, Daniela M. (2001). *Construindo ou deixando um sambaqui? Análise de sedimentos de um sambaqui do litoral meridional brasileiro: processos formativos. Região de Laguna, SC*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 164pp.
- KLÖKLER, Daniela M. (2008). *Food for body and soul: mortuary ritual in shell mounds (Laguna – Brazil)*. Tese de Doutorado, Tucson, Universidade do Arizona. 369pp.
- KLÖKLER, Daniela M. (2014). A ritually constructed shell mound: feasting at the Jabuticabeira II site. In: ROKSANDIC, Mirjana; MENDONÇA DE SOUZA, Sheila; KLÖKLER, Daniela; EGGERS, Sabine; BURCHELL, Meghan. *The cultural dynamics of shell middens and shell mounds: a worldwide perspective*. Albuquerque: University of New Mexico Press. p.151-163
- KNUDSON, Kelly J; PRICE, T. Douglas; BUIKSTRA, Jane E.; BLOM, Deborah E. (2004). The use of strontium isotope analysis to investigate Tiwanaku migration and mortuary ritual in Bolivia and Peru. *Archaeometry*, 46(1): 5-18.
- LARSEN, Clark S. (2015[1997]). Isotopic and elemental signatures of diet, nutrition, and life history. In: LARSEN, Clark S. (2015[1997]). *Bioarchaeology: interpreting behavior from the human skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 301-356.
- LEE-THORP, Julia A.; SEALY, Judith C.; VAN DER MERWE, Nikolaas J. (1989). Stable Carbon Isotope Ratio Differences Between Bone Collagen and Bone Apatite, and their Relationship to Diet. *Journal of Archaeological Science*, 16:585-599.
- LESSA, Andrea; SCHERER, Luciane Z. (2008). O outro lado do paraíso: novos dados e reflexões sobre violência entre pescadores-coletores pré-coloniais. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 18:89-100.

- LESSA, Andrea; BASTOS, Murilo Q.R.; SCHERER, Luciane Z. (2011). Robustez pós-craniana em uma série de pescadores-caçadores do litoral sul. *Resumos do XVI Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, Florianópolis.
- MAKAREWICZ, Cheryl A.; SEALY, Judith. (2015). Dietary reconstruction, mobility, and the analysis of ancient skeletal tissues: expanding the prospects of stable isotope research in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 56: 146-158.
- MILHEIRA, Rafael G. (2010). *Arqueologia Guarani no litoral sul-catarinense: história e território*. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo.
- MONTGOMERY, Janet; EVANS, Jane A.; NEIGHBOUR, Tim. (2003). Sr isotope evidence for population movement within the Hebridean Norse community of NW Scotland. *Journal of the Geological Society*, 160(5): 649-653.
- MÜLLER, Isabela S. (2014). *Arqueologia Guarani no Litoral Central de Santa Catarina: estudo de caso do sítio Travessão do Rio Vermelho (TRV)*. Trabalho de Conclusão de Curso. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- NEVES, Walter. (1988). Paleogenética dos grupos pré-históricos do litoral sul do Brasil (Paraná e Santa Catarina). *Pesquisas, Antropologia*, São Leopoldo, 43. 178pp.
- NISHIDA, Paula. (2007). *A coisa ficou preta: estudo do processo de formação da terra preta do sítio arqueológico Jabuticabeira II*. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 112pp.
- NOVELLO, Valdir F.; CRUZ, Francisco W.; KARMANN, Ivo; BURNS, Stephen J.; STRÍKIS, Nicolás M.; VUILLE, Mathias; CHENG, Hai; EDWARDS, R. Lawrence; SANTOS, Roberto V.S.; FRIGO, Everton; BARRETO, Eline A.S. (2012). Multidecadal climate variability in Brazil's Nordeste during the last 3000 years based on speleothem isotope records. *Geophysical Research Letters*, 39:L23706.
- OKUMURA, Maria Mercedes. (2008). Diversidade morfológica craniana, micro-evolução e ocupação pré-histórica da costa brasileira. *Pesquisas, Antropologia*, São Leopoldo, 66. 306pp.
- OPPITZ, Gabriela. (2011). *Vivendo a paisagem: contribuições transdisciplinares para o estudo do contexto regional de sambaquis do litoral central de Santa Catarina*. Trabalho de Conclusão de Curso. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. 137pp.
- OPPITZ, Gabriela. (2015). *Coisas que mudam: os processos de mudança nos sítios conchíferos catarinenses e um olhar isotópico sobre o caso do sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 282pp.
- PRICE, T. Douglas.; BURTON, James H.; BENTLEY, R. Alexander. (2002). The characterization of biologically available strontium isotope ratios for the study of Prehistoric migration. *Archaeometry*, 44: 117-135.
- ROHR, João Alfredo. (1974). Armação do Sul: três mil anos de história. *Correio do Povo*, Porto Alegre.
- ROHR, João Alfredo; ANDREATTA, Margarida. (1969). O sítio arqueológico da Armação do Sul (nota prévia). In: Anais do Terceiro Simpósio de Arqueologia da Área do Prata. *Pesquisas, Antropologia*, 20, Estudos Leopoldenses, 13:135-138.
- SAHLINS, Marshall. (1976[2003]). *Cultura e Razão Prática*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor.
- SAHLINS, Marshall. (1985[2011]). *Ilhas de História*. Rio de Janeiro, Zahar. 250pp.
- SCHEEL-YBERT, Rita; EGGERS, Sabine; WESOLOWSKI, Verônica; PETRONILHO, Cecília C.; BOYADJIAN, Célia Helena; DeBLASIS, Paulo; BARBOSA-GUIMARÃES, Márcia; GASPARG, Maria Dulce. (2003). Novas perspectivas na reconstituição do modo de vida dos sambaquieiros: uma abordagem multidisciplinar. *Revista Arqueologia*, 16: 109-137.

- SCHEEL-YBERT, Rita. (2013) Antracologia: preservados pelo fogo. In: GASPAR, Maria Dulce; MENDONÇA DE SOUZA, Sheila M. (Org.). *Abordagens estratégicas em sambaquis*. Erechim: Habilis, p. 193-218.
- SCHERER, Luciane Z.; LESSA, Andrea; SALLES, Adilson D. (2015). Alterações entésicas e mobilidade terrestre em grupos pré-coloniais litorâneos do sul do Brasil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 25: 21-44.
- SCHMITZ, Pedro Ignácio; DE MASI, Marco Aurélio N.; VERARDI, Ivone; LAVINA, Rodrigo; JACOBUS, André Luiz. (1992). O sítio arqueológico da Armação do Sul. *Pesquisas, Antropologia*, São Leopoldo, 48. 220pp.
- SCHOENINGER, Margaret J.; DeNIRO, Michael J.; TAUBER, Henry. (1983). Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet. *Science, New Series*, 220 (4604): 1381-1383.
- SCHOENINGER, Margaret J.; MOORE, Katherine. (1992). Bone Stable Isotopes Studies in Archaeology. *Journal of World Prehistory*, 2:247-296.
- SMITH, Bruce N.; EPSTEIN, Samuel. (1971). Two Categories of $^{13}C/^{12}C$ Ratios for Higher Plants. *Plant Physiol.* 47:380-384.
- STRÍKIS, Nicolás M.; CRUZ, Francisco W.; CHENG, Hai; KARMANN, Ivo; EDWARDS, R. Lawrence; VUILLE, Mathias, WANG, Xianfeng; de PAULA, Marcos S.; NOVELLO, Valdir F.; AULER, Augusto S. (2011). Abrupt variations in South American monsoon rainfall during the Holocene based on speleothem record from central-eastern Brazil. *Geology*, 39: 1075-1078.
- VILLAGRAN, Ximena S. (2008). *Análise de arqueofácies na camada preta do sambaqui Jabuticabeira II*. São Paulo, Universidade de São Paulo. 170pp.
- VILLAGRAN, Ximena S.; KLOKLER, Daniela; NISHIDA, Paula G.; GASPAR, Maria Dulce; DeBLASIS, Paulo. (2010). Lecturas estratigráficas: arquitectura funerária y depositación de residuos en el sambaquí Jabuticabeira II. *Latin American Antiquity*, 21: 195-216.
- VILLAGRAN, Ximena S. (2012). *Micromorfologia de sítios concheiros da América do Sul: arqueostratigrafia e processos de formação de sambaquis (Santa Catarina, Brasil) e concheros (Terra do Fogo, Argentina)*. São Paulo, Universidade de São Paulo. 493pp.
- WALKER, Phillip. L.; DeNIRO, Michael J. (1986). Stable nitrogen and carbone isotopic ratios in bone collagen as indices of prehistoric dietary dependence on marine and terrestrial resources in Southern California. *American Journal of Physical Anthropology*, 71: 51-61.
- WESOLOWSKI, Verônica. (2007). *Cáries, desgaste, cálculos dentários e micro-resíduos da dieta entre grupos pré-históricos do litoral norte de Santa Catarina. É possível comer amido e não ter cárie?* Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz. 188pp.
- WRIGHT, Lori E. (2005). Identifying immigrants to Tikal, Guatemala: defining local variability in strontium isotope ratios of human tooth enamel. *Journal of Archaeological Science*, 32: 555-566.

Recebido em: 30/02/2018
Aprovado em: 30/06/2018
Publicado em: 30/11/2018

**ANÁLISIS DE MATERIALES ARTÍSTICOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA
INFRARROJA POR REFLECTANCIA TOTAL ATENUADA**

***ANALYSIS OF PICTORIAL MATERIALS BY ATTENUATED TOTAL
REFLECTANCE FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY***

***ANÁLISE DE MATERIAIS ARTÍSTICOS UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO NO
INFRAVERMELHO POR REFLECTÂNCIA TOTAL ATENUADA***

Astrid Carolina Blanco Guerrero

Marta Silvia Maier

Como citar este artigo:

BLANCO GUERRERO, Astrid Carolina; MAIER, Marta Silvia. Análisis de materiales artísticos mediante espectroscopia infrarroja por reflectancia total atenuada. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 267-276, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Análisis de materiales artísticos mediante espectroscopia infrarroja por reflectancia total atenuada

Astrid Carolina Blanco Guerrero*

Marta Silvia Maier*

Resumo: Este trabalho descreve a análise por espectroscopia de infravermelho usando a técnica de reflectância total atenuada de tintas a óleo e acrílicas comerciais contendo branco de titânio, azul da Prússia e verde de ftalocianina como pigmentos. As pinturas a óleo com azul da Prússia mostraram a presença de cargas como carbonato de cálcio e sulfato de bário. A análise de uma réplica de uma tinta acrílica com branco de titânio sobre a qual foi aplicada uma camada de verniz Paraloid B-67 produziu um espectro infravermelho correspondente ao verniz, não registrando bandas da camada de formulação com branco de titânio. Por outro lado, no óleo e acrílicos com verde de ftalocianina, ambos os aglutinantes foram claramente diferenciados e o pigmento foi identificado com base em alguns sinais característicos em áreas de fingerprint. Os resultados mostram a versatilidade da técnica vibracional no estudo de materiais artísticos.

Resumen: este trabajo describe el análisis por espectroscopia infrarroja utilizando la técnica de reflectancia total atenuada de pinturas al óleo y acrílicas comerciales conteniendo blanco de titanio, azul de Prusia y verde de ftalocianina como pigmentos. Las pinturas al óleo con azul de Prusia mostraron la presencia de cargas como carbonato de calcio y sulfato de bario. El análisis de una réplica de una pintura acrílica con blanco de titanio sobre la que se aplicó una capa de barniz Paraloid B-67 dio un espectro infrarrojo correspondiente al barniz, no registrándose bandas de la capa de la formulación con blanco de titanio. Por otra parte, en las pinturas al óleo y acrílicas con verde de ftalocianina se diferenciaron claramente ambos aglutinantes y se identificó el pigmento en base a algunas señales características en la zona de la huella digital. Los resultados muestran la versatilidad de la técnica vibracional en el estudio de materiales artísticos.

Abstract: this work describes the analysis by attenuated total reflectance infrared spectroscopy of oil and acrylic commercial paintings with titanium white, Prussian blue and green phthalocyanine as pigments. Oil paintings with Prussian blue showed the presence of calcium carbonate and barium sulfate as extenders. Analysis of a mock-up of an acrylic painting with titanium white with the application of Paraloid B-67 as varnish showed the infrared spectrum of the varnish and no bands of the titanium white painting. On the other hand, in the oil and acrylic paintings with green phthalocyanine both binders were clearly differentiated and the pigment was identified by some characteristic bands in the fingerprint region. Our results show the versatility of the vibrational technique in the study of pictorial materials.

Palavras Chave:

FTIR-ATR; Polímeros acrílicos; Pinturas a óleo.

Palabras claves:

FTIR-ATR; Polímeros acrílicos; Pinturas al óleo.

Keywords:

FTIR-ATR; Acrylic polymers; Oil paints.

* UMYMFOR-CONICET y Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Pabellón 2, Ciudad Universitaria, (C1428EGA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
E-mail: astridcbg@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las formulaciones comerciales de pinturas artísticas modernas utilizan principalmente aceites vegetales y resinas acrílicas como aglutinantes de pigmentos inorgánicos y orgánicos. Otros componentes, tales como carbonato de calcio (CaCO_3), talco ($\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$), barita (BaSO_4), caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{H}_4\text{O}_9$), y diferentes formas de sílice se agregan para facilitar la extensión de la pintura, disminuir su costo y modificar su calidad. Los pigmentos inorgánicos comprenden óxidos de hierro, titanio y zinc, ferrocianuro férrico (azul de Prusia) y azul ultramar, un complejo sintético de óxidos de sodio, aluminio y silicio y sulfuro de sodio. Desde el siglo XX, la mayor parte de los pigmentos orgánicos utilizados en las formulaciones son compuestos sintéticos que se clasifican de acuerdo a su estructura química, tales como quinacridonas, ftalocianinas o compuestos azoicos, entre otros (LEARNER 2004).

La complejidad de estas formulaciones requiere de la aplicación de una combinación de técnicas analíticas para su caracterización en obras de arte. Entre éstas, la espectroscopia Raman permite identificar pigmentos, tanto inorgánicos como orgánicos, mientras que las técnicas de espectrometría de masa acopladas a cromatografía gaseosa, con o sin una etapa de pirólisis, han demostrado ser aplicables para la identificación de aceites vegetales y resinas acrílicas. Por otra parte, la espectroscopia infrarroja es una técnica vibracional adecuada para identificar tanto componentes inorgánicos como orgánicos. Desde hace varios años, la espectroscopia infrarroja por reflectancia total atenuada (FTIR-ATR) ha sido aplicada para el análisis de materiales en obras de arte (DERRICK et al. 1999) y actualmente es muy utilizada en estudios de degradación de formulaciones pictóricas modernas (PINTUS y SCHREINER 2011). Dependiendo de su composición, en muchos casos es factible identificar en un mismo análisis el pigmento, el tipo de aglutinante y los componentes agregados para extender la pintura.

Para una mejor interpretación de los resultados de la aplicación de la espectroscopia infrarroja para identificar y caracterizar los materiales artísticos, se requiere de una base de espectros infrarrojo de materiales de referencia (AGUAYO et al. 2016). En nuestro laboratorio hemos iniciado recientemente el estudio de materiales en pinturas modernas y contemporáneas en el marco de un proyecto de investigación interdisciplinario que aborda la obra del artista argentino Antonio Berni (1905-1981) desde distintas perspectivas, entre ellas la caracterización de los materiales en obras destacadas del período 1950-1980. Este proyecto nos motivó para analizar por FTIR-ATR una serie de materiales que comprenden pigmentos inorgánicos y orgánicos, aceites vegetales, resinas acrílicas y formulaciones de pinturas artísticas comerciales con el objeto de conformar una biblioteca de espectros infrarrojo de referencia. En este trabajo presentamos los resultados del análisis por FTIR-ATR de formulaciones comerciales de pinturas al óleo y acrílicas conteniendo blanco de titanio (PW6, óxido de titanio), azul de Prusia (PB27, ferrocianuro férrico) y verde de ftalocianina (PG7) como pigmentos. El blanco de titanio presenta un alto poder cubriente, un costo accesible y, a diferencia del blanco de plomo, no es tóxico (GETTENS et al. 1993). Estas propiedades lo han posicionado como el pigmento blanco por excelencia, aunque a veces se lo mezcla con óxido de zinc. El azul de Prusia es un pigmento inorgánico sintético de gran poder de tinción y de un color azul profundo e intenso (BERRIE 1997), mientras que el verde de ftalocianina es un pigmento organometálico clorado conteniendo cobre y que posee excelentes propiedades en cuanto a su brillo, intensidad y permanencia (LOMAX 2005).

MATERIALES Y METODOS

Espectroscopia infrarroja

Los espectros infrarrojo se registraron con un espectrofotómetro Thermo Scientific Nicolet iS50 FTIR con un accesorio de reflectancia total atenuada iS50 ATR con un cristal de diamante. Para cada muestra, se registraron 64 espectros en el rango de 4000–400 cm^{-1} con una resolución de 4 cm^{-1} . El espectro de aire fue registrado como fondo.

Selección de muestras

En la Tabla 1 se indican las muestras de referencia (aceites vegetales, pigmentos y cargas) y las formulaciones comerciales analizadas por FTIR-ATR.

Preparación de muestras

Las formulaciones de pinturas al óleo y acrílicas se aplicaron sobre portaobjetos de vidrio mediante una espátula metálica mientras que el barniz acrílico se aplicó con pincel. Para la preparación de la muestra de barniz acrílico sobre la pintura acrílica con blanco de titanio, una vez seca la capa de la formulación con el pigmento, se aplicó una capa fina de barniz acrílico con pincel. Las réplicas se secaron hasta peso constante. Las pinturas acrílicas se secaron luego de 2-5 minutos. Las formulaciones al óleo con aceite de lino requirieron de 1 a 2 semanas mientras que aquellas conteniendo aceite de girasol requirieron aproximadamente 2 meses. Dado que no fue factible lograr un contacto efectivo entre la capa de pintura sobre el portaobjeto con el cristal de diamante del ATR, se separó una película de pintura (alrededor de 4 mg) de cada portaobjeto con la ayuda de una espátula y se registró el espectro infrarrojo de la superficie de la capa. Los aceites de lino y girasol de referencia y las muestras de pigmentos y cargas no requirieron una preparación previa para su análisis por FTIR-ATR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pintura acrílica con blanco de titanio como pigmento

El medio acrílico (Acrílico Gel Medium) y la pintura acrílica con óxido de titanio, ambas de la marca Alba, no indicaban en sus envases el tipo de emulsión acrílica empleada por el fabricante. Los resultados del análisis por FTIR-ATR de ambas formulaciones se indican en la Tabla 2 y los espectros infrarrojo se muestran en la Figura 1. En ambos casos se observan bandas características de tensiones C-H (2970-2870 cm^{-1}), tensión del grupo carbonilo a 1725 cm^{-1} , dos bandas a 1449 y 1436 cm^{-1} correspondientes a la flexión antisimétrica del grupo metilo y la banda a 1386 cm^{-1} debida a la flexión simétrica del mismo grupo. Las dos bandas de tensión C-O a 1162 y 1143 cm^{-1} y la banda de torsión del grupo metileno alrededor de 842 cm^{-1} son características de los polímeros acrílicos. La comparación de los valores de las bandas de ambos espectros con datos de literatura (LEARNER 2004, ANGHELONE et al. 2017) indicaría la presencia de un copolímero de *n*-butilacrilato/metilmetacrilato (nBA/MMA). En general, la banda correspondiente al grupo carbonilo presenta valores similares para diferentes resinas acrílicas y por consiguiente no puede ser utilizada para su diferenciación. La confirmación de la composición de ambos polímeros acrílicos requiere un análisis por técnicas de espectrometría de masa (LEARNER 2004). En la formulación con dióxido de titanio se observa, además, la banda característica del pigmento a 483 cm^{-1} debida a la vibración de tensión Ti-O (KAKUMA et al. 2015). La banda ancha entre 3000 y 3700 cm^{-1} se puede atribuir a la vibración de

tensión del grupo O-H de agua adsorbida sobre el pigmento. Ninguna de las bandas del pigmento interfiere con la asignación de las bandas del polímero acrílico (Figura 1).

El barniz acrílico de Winsor & Newton (Oil Colour Varnishes) es un homopolímero de isobutilmetacrilato (conocido como Paraloid B-67), según se describe en el envase. En la Tabla 2 se indican las bandas principales en su espectro infrarrojo, destacándose dos bandas a 1389 y 1368 cm^{-1} características de la flexión simétrica C-H del grupo metilo en un isobutilmetacrilato junto con una mayor intensidad de la banda a 993 cm^{-1} (LEARNER 2004).

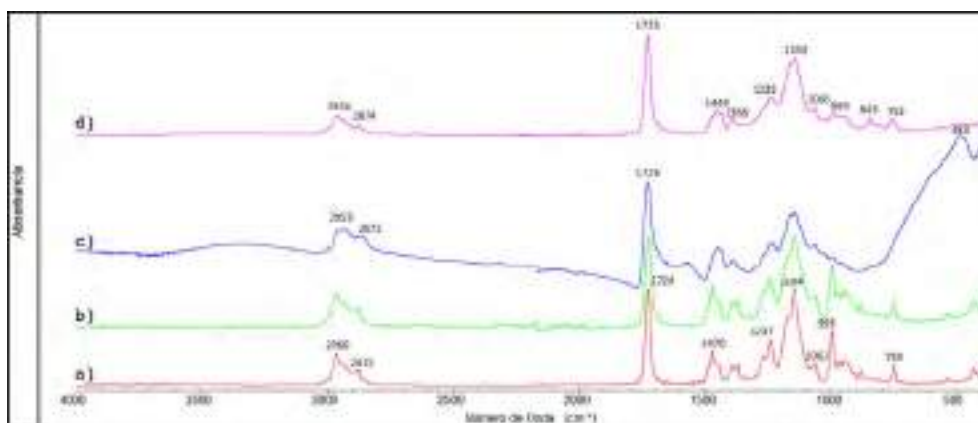


Figura 1: Espectros FTIR-ATR de las muestras de: a) Barniz W&N, b) Barniz W&N aplicado sobre la capa de pintura acrílica con blanco de titanio (ALBA), c) Pintura acrílica con blanco de titanio (ALBA) y d) Acrílico Gel Medium (ALBA).

En la Figura 1 se muestra el espectro infrarrojo de la réplica preparada con la pintura acrílica con blanco de titanio (Alba) sobre la cual se aplicó una capa de barniz acrílico (Paraloid B-67) y su comparación con el espectro infrarrojo de Paraloid B-67. Se observa claramente una coincidencia entre las bandas de ambos espectros infrarrojo y la ausencia de la banda característica del blanco de titanio a 483 cm^{-1} indicando que se registra únicamente el espectro del barniz Paraloid B-67 por encontrarse en la capa más externa de la réplica, una característica de la espectroscopia infrarroja por reflectancia total atenuada.

Pinturas al óleo con azul de Prusia como pigmento

Se analizaron por FTIR-ATR tres formulaciones de pintura al óleo conteniendo azul de Prusia (PB27) como pigmento de tres marcas diferentes. Las tres formulaciones contienen aceite de lino como vehículo, tal como se especifica en sus envases. Los tres espectros infrarrojo (Tabla 3) presentan las bandas principales del azul de Prusia alrededor de 2080, 604 y 495 cm^{-1} , además de una banda ancha entre 3200 y 3500 cm^{-1} y bandas débiles a 1610 y 980 cm^{-1} aproximadamente (LEARNER 2004). También se observan las bandas características del aceite de lino alrededor de 2920 y 2850 cm^{-1} (tensión C-H) y 1740 cm^{-1} (tensión del grupo carbonilo). Las mayores diferencias se observan en la zona de la huella digital de los tres espectros (Figura 2) debido a la presencia de componentes inorgánicos utilizados como cargas. Las formulaciones de Louvre Oil y Winton 33 presentan bandas características de carbonato de calcio (CaCO_3). En el espectro de Louvre Oil se observa una banda ancha e intensa a 1413 cm^{-1} característica del grupo carbonato y bandas agudas a 871 y 713 cm^{-1} que coinciden con las bandas características del carbonato de calcio (LEARNER 2004). La formulación de Winsor & Newton (WINTON 33) presenta la banda de carbonato a 1413 cm^{-1} y dos bandas a 878 y 728 cm^{-1} que coinciden con las del espectro infrarrojo de la tiza comercial. Por otro lado, el espectro de la pintura de Utrecht Oil Color muestra bandas a 1177, 1069, 983, 637 y 606 cm^{-1} coincidentes con la presencia de sulfato de bario (LEARNER 2004). Las bandas a 983 y 606 cm^{-1} se superponen a las

correspondientes al azul de Prusia.

Tanto el carbonato de calcio como el sulfato de bario son sólidos inorgánicos inertes que se agregan como cargas a las formulaciones comerciales de pinturas al óleo para aumentar su volumen, modificar su textura y propiedades reológicas y reducir su costo (DOERNER 1998).

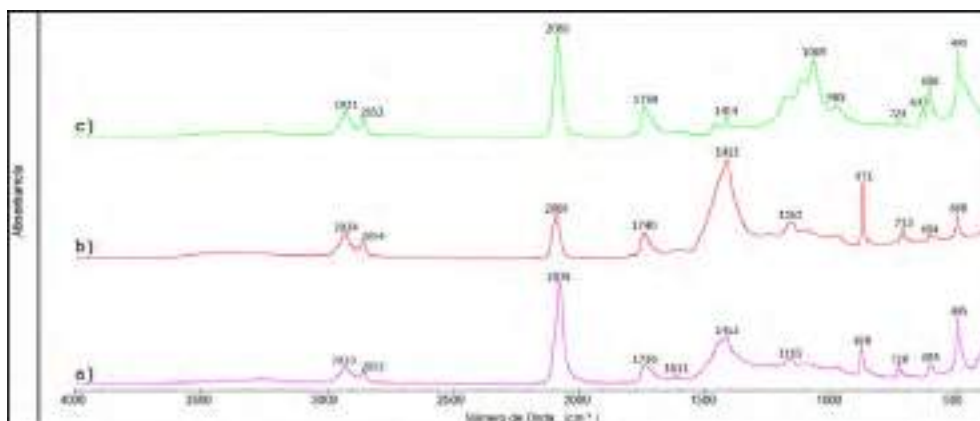


Figura 2: Espectros FTIR-ATR de las muestras de pintura al óleo con azul de Prusia (PB27): a) WINTON 33, W&N, b) Louvre Oil y c) Utrecht Oil Color.

Pinturas conteniendo verde de ftalocianina como pigmento

En la Figura 3 se muestran los espectros infrarrojo de las formulaciones de pintura al óleo y acrílica conteniendo el pigmento sintético verde de ftalocianina (PG7). La formulación al óleo contiene aceite de girasol, tal como se especifica en el envase. Si bien el aceite de girasol es un aceite secante, su composición en ácidos grasos insaturados es diferente a la del aceite de lino al tener una menor proporción de ácidos grasos insaturados, lo cual aumenta su tiempo de secado (MILLS y WHITE 1994). Debido al alto poder de tinción de las ftalocianinas, se utilizan en pequeñas cantidades en las formulaciones de pintura. En consecuencia, su presencia se identifica en ambos espectros a partir de señales de poca intensidad a 1390, 1305, 949, 770 y 747 cm^{-1} . Ambos espectros difieren en la posición de la banda del grupo carbonilo (1727 cm^{-1} para el acrílico y 1740 cm^{-1} para el óleo), lo cual permite diferenciarlos. En el espectro de la pintura acrílica, las bandas a 1237, 1143, 990 y 843 cm^{-1} indicarían la presencia de un copolímero de *n*-butilacrilato/metilmetacrilato (nBA/MMA), al igual que en la formulación del medio acrílico de la misma marca (Fig. 1d).

En el espectro de la pintura al óleo conteniendo PG7, se observan las bandas características de la tensión C-H a 2924 y 2854 cm^{-1} , antisimétrica y simétrica respectivamente, y la del carbonilo del aceite a 1740 cm^{-1} . En la zona de la huella digital se observa una banda intensa a 1066 cm^{-1} junto con bandas a 986, 637 y 609 cm^{-1} características de sulfato de bario. La presencia de una banda intensa a 441 cm^{-1} y el ensanchamiento de la banda alrededor de 1100 cm^{-1} indicaría el agregado de sílica como carga, además de sulfato de bario.

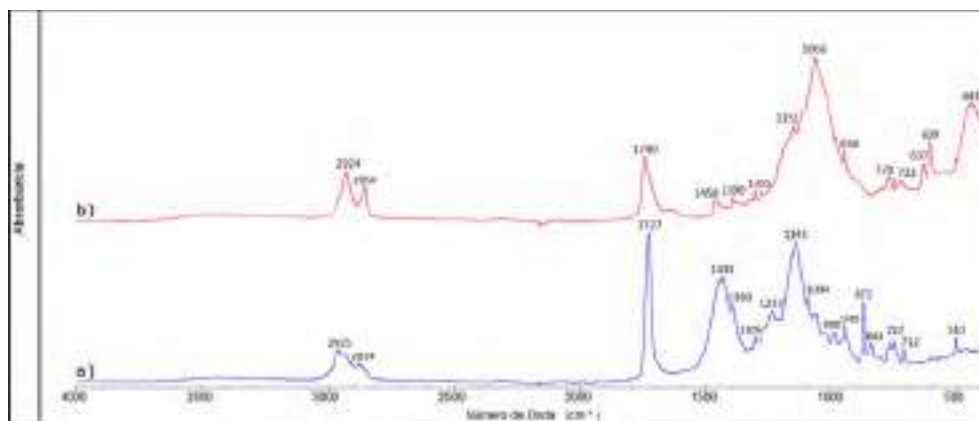


Figura 3: Espectros FTIR-ATR de las muestras conteniendo verde de ftalocianina (PG7): a) Acrílico Verde Ftalo 858 (ALBA) y b) Óleo Verde Ftalo 658 (ALBA).

CONCLUSIONES

Los análisis de las formulaciones pictóricas descritas anteriormente muestran la versatilidad de la espectroscopia infrarroja para el análisis de componentes orgánicos e inorgánicos en un mismo análisis. La aplicación de la técnica de reflectancia total atenuada (ATR) no requiere de una preparación previa de las muestras y permite obtener espectros infrarrojo de calidad en unos pocos minutos.

Los resultados obtenidos demuestran que es posible identificar la presencia de un polímero acrílico o de un aceite vegetal en una formulación pictórica a partir de señales diagnósticas. Por otra parte, es común la presencia de componentes inorgánicos utilizados como cargas en las pinturas al óleo y estos pueden ser fácilmente identificables a partir de bandas características en la zona de la huella digital del espectro. Si bien en las pinturas acrílicas también se agregan aditivos, como por ejemplo surfactantes necesarios para mantener la estabilidad de la dispersión, es difícil identificarlos por FTIR y se requiere de la aplicación de técnicas analíticas más sensibles como espectrometría de masa o resonancia magnética nuclear (CICCOLA et al. 2017).

La espectroscopia infrarroja, en particular la técnica de ATR, brinda información de manera rápida y sencilla sobre la composición de una pintura artística y permite identificar el tipo de aglutinante orgánico, los pigmentos y otros componentes que forman parte de su formulación. A menudo esta técnica se aplica en combinación con la fluorescencia de rayos X (SHUGAR y MASS 2012) que brinda la composición elemental de una muestra y con la espectroscopia Raman, una técnica molecular muy versátil para la identificación de pigmentos y componentes inorgánicos utilizados como cargas en las formulaciones pictóricas (EDWARDS y CHALMERS 2005).

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) (Proyecto PICT2015-0440), al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (Proyecto PIP2014-2016, 11220130100288) y a la Universidad de Buenos Aires (Proyecto 20020130100008BA) por el apoyo financiero. A.C.B.G. agradece a CONICET por una beca doctoral. M.S.M. es miembro de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico de CONICET.

REFERENCIAS

- AGUAYO ALVARADO, Tomás; VARGAS GARCIA, Salvador; ESPINOSA IPINZA, Fernanda y GODOY TORRES, Valeria. Base de datos de espectros FT-IR de materiales usados en restauración: un aporte desde la ciencia a un público especializado. *Conserva*, 21, 145-151. 2016.
- ANGHELONE, Marta; JEMBRIH-SIMBURGER, Dubravka y PINTUS, Valentina. Photostability and influence of phthalocyanine pigments on the photodegradation of acrylic paints under accelerated solar radiation. *Polymer Degradation and Stability*, 146, 13-23. 2017.
- BERRIE, Barbara H. Prussian Blue. IN: WEST FITZHUGH, Elisabeth. *Artists' Pigments*. Volume 3 (pp. 191-217). Oxford: Oxford University Press. 1997.
- EDWARDS, Howell G.M. y CHALMERS, John M. Raman spectroscopy in archaeology and art history. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2005.
- PELEGRIN, Jacques. Taille. In: LEROI-GOURHAN, André. *Dictionnaire de la Préhistoire* (pp. 1019-1020). Paris: Press Universitaires de France. 1988.
- CICCOLA, Alessandro; GUIISO, Marcella; DOMENICI, Fabio; SCIUBBA, Fabio y BIANCO, Armandodoriano. Azo-pigments effect on UV degradation of contemporary art pictorial film: A FTIR-NMR combination study. *Polymer Degradation and Stability*, 140, 74-83. 2017.
- DERRICK, Michele R.; STULIK, Dusan y LANDRY, James M. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1999.
- DJAOUED, Yahia; BADILESCU, Simona, ASHRIT, Pandurang V., BERSANI, Danilo, LOTTICI, Pier P. y BRÜNING, Ralf. Low temperature sol-gel preparation of nanocrystalline TiO₂ thin films. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 24, 247-254. 2002.
- DOERNER, Max. *Los materiales de la pintura y su empleo en el arte*. Reverté, Barcelona, 1998.
- GETTENS, Rutherford J.; KÜHN, Hermann y CHASE, William T. Lead White. IN: ROY, Ashok. *Artists' Pigments*. Volume 2 (pp. 67-81). Oxford: Oxford University Press. 1993.
- LEARNER, Tom. *Analysis of modern paints*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2004.
- LOMAX, Suzanne Q. Phthalocyanine and quinacridone pigments: their history, properties and use. *Reviews in Conservation*, 6, 19-30. 2005.
- MILLS, John S. y WHITE, Raymond. *The Organic Chemistry of Museum Objects*. Butterworth-Heinemann, Oxford. 1994.
- PINTUS, Valentina y SCHREINER, Manfred. Characterization and identification of acrylic binding media: influence of UV light on the aging process. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 399, 2961-2976. 2011.
- SHUGAR, Aaron N. y MASS Jennifer L. *Handheld XRF for Art and Archaeology*. Leuven University Press, Leuven. 2012.

ANEXOS

Tabla 1: Lista de muestras estudiadas y sus características químicas y técnicas.

Materiales de referencia		Formulaciones comerciales		
Producto	Proveedor	Producto	Proveedor	Composición reportada por el fabricante
Sulfato de bario	Mallinckrodt (Analytical Reagent)	Acrílico Blanco de Titanio 810	Alba	Emulsión acrílica pura (vehículo) Dióxido de titanio PW6 (pigmento)
Aceite de girasol	Cañuelas	Acrílico Gel Medium 8204-996	Alba	Emulsión acrílica
Carbonato de calcio (Tiza)	Balvanera Industrial Artística	Oil Colour Varnishes	Winsor & Newton	Metacrilato de isobutilo
Pigmento puro Titanium White	L. CORNELISSEN & SON	Óleo Verde Ftalo 658	Alba	Aceite purificado de girasol (vehículo) Ftalocianina cúprica clorada PG7 (pigmento)
Pigmento puro Phthalo (Mona) Green	L. CORNELISSEN & SON	Acrílico Verde Ftalo 858	Alba	Emulsión acrílica pura (vehículo) Ftalocianina cúprica clorada PG7 (pigmento)
Aceite de linaza refinado	Winsor & Newton	Oil Color Permanent Artists' Color	Utrecht	Alkali Refined Linseed Oil (vehículo) Prussian Blue PB27 (pigmento)
Pigmento puro Azul de Prusia	Winsor & Newton	OIL COLOUR WINTON 33	Winsor & Newton	Aceite de linaza (vehículo) Ferricianuro álcali ferro PB27
-	-	Oil Colour	Louvre	Huile de Lin Decoloree (vehículo) Ferri-ferrocyanide PB27 (pigmento)

Tabla 2: Bandas principales en los espectros infrarrojo del Acrílico Gel Medium ALBA, pintura acrílica Alba con Blanco de Titanio (PW6) y el barniz acrílico W&N.

Acrílico Gel Medium Alba $\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	Pintura acrílica Alba con Blanco de Titanio (PW6) $\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	Barniz acrílico W&N $\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	Asignación
-	3700-3000	-	Vibración de tensión del O-H
2956	2953	2960	Vibración de tensión antisimétrica del metilo
2934 (hombro)	2934 (hombro)	2935 (hombro)	Vibración de tensión antisimétrica del metileno
2874	2872	2875	Vibración de tensión simétrica del metilo
1725	1726	1724	Vibración de tensión C=O en ésteres
1449 y 1436	1448 y 1437	1470	Vibración de flexión antisimétrica C-H del metilo
1386	1385	1389 y 1368	Vibración de flexión simétrica C-H del metilo
1235	1238	1237	Vibraciones de tensión C-O y C-C
1162 y 1143	1160 y 1147	1144	
1065	1066	1062	
989	992	993	
962	961	967	
942	942	946	
843	842	879	
755	-	749	Vibración de flexión C-H fuera del plano
-	483	-	Vibración de tensión del Ti-O

Tabla 3: Bandas principales en los espectros infrarrojo de las muestras de pintura al óleo con Azul de Prusia (PB27).

Óleo Utrecht Oil Color $\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	Óleo Louvre Oil $\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	Óleo Winsor & Newton Winton 33 $\tilde{\nu}$ (cm ⁻¹)	Asignación
3500-3200	3500-3200	3500-3200	Pigmento
2921	2924	2923	Vibración de tensión antisimétrica del metileno
2852	2854	2852	Vibración de tensión simétrica del metileno
2083	2086	2078	Pigmento
1739	1740	1736	Vibración de tensión C=O
1613	1607	1611	Pigmento
1464	-	-	Vibración de flexión del metileno
-	1413	1413	CaCO ₃ (tiza)
1177	-	-	BaSO ₄
1069	-	-	BaSO ₄
983	976	978	BaSO ₄ /Pigmento
-	871	878	CaCO ₃ (tiza)
-	713	728	CaCO ₃ (tiza)
637	-	-	BaSO ₄
606	604	603	BaSO ₄ /Pigmento
495	498	495	Pigmento

Recibido em: 27/02/2018

Aprovado em: 29/06/2018

Publicado em: 30/11/2018

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE SÍNCROTRON EM ARQUEOLOGIA

***APPLICATION OF SYNCHROTRON ANALYTICAL TECHNIQUES IN
ARCHEOLOGY***

Douglas Galante
Fabio Rodrigues
Lara Maldanis
Tamires Gallo

Como citar este artigo:

GALANTE, Douglas; RODRIGUES, Fabio; MALDANIS, Lara; GALLO, Tamires. Aplicação de técnicas de análise Síncrotron em Arqueologia. In: *Cadernos do Lepoarq*, v. XV, n.30., p. 277-289, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



INSTITUTO DE
CIÊNCIAS
HUMANAS
UFG



Aplicação de técnicas de análise Síncrotron em Arqueologia

Douglas Galante^a

Fabio Rodrigues^b

Lara Maldanis^{a,c}

Tamires Gallo^a

Resumo: Este artigo apresenta uma revisão sobre os principais métodos analíticos atualmente empregados no estudo de bens culturais e arqueológicos, com especial foco em técnicas baseadas em síncrotron, explorando suas vantagens e limitações dentro das demandas desse campo. As técnicas abordadas são a tomografia de raios X para análises de imagem do interior de objetos, a fluorescência de raios X para o mapeamento químico da superfície dos objetos de interesse e a absorção de raios X para a especiação química de determinados elementos. Tais técnicas encontram-se disponíveis na fonte de luz síncrotron brasileira do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, o qual atualmente constrói Sirius, uma fonte de 4ª geração que irá levar o Brasil a novas fronteiras tecnológicas para estudos de materiais, tal qual na área de arqueometria.

Palavras Chave:

Arqueometria; Síncrotron; Arqueologia; Micro-tomografia. Espectroscopia.

Abstract: This article presents a review about the main analytical methods currently applied in the study of cultural heritage and archeology, with special focus on synchrotron-based techniques, exploring the advantages and limitations within the requirements of the field. The techniques presented are X-ray tomography for imaging the interior of objects, X-ray fluorescence for chemical mapping of the surface of objects of interest and X-ray absorption for chemical speciation of elements. These techniques are available in the Brazilian synchrotron light source of the Brazilian Synchrotron Light Laboratory, which currently builds Sirius, a 4th generation source that will take Brazil to new technological frontiers for the study of materials, as in the field of archaeometry.

Keywords:

Synchrotron; Archaeometry; Archeology; Micro-CT; Spectroscopy.

^a Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), CEP 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil. E-mail: douglas.galante@lnls.br

^b Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química (IQ), Universidade de São Paulo (USP), CEP 05513-979, São Paulo, São Paulo, Brasil.

^c Instituto de Física de São Carlos (IFSQ), Universidade de São Paulo (USP), CEP 13566-590, São Carlos, São Paulo, Brasil.

INTRODUÇÃO

A aplicação de técnicas analíticas em arqueologia, conhecida como arqueometria, vem sendo desenvolvida e empregada em todo o mundo desde os anos 1960; no Brasil, diversas pesquisas nessa área também têm sido reportadas (Appoloni 2013). Essa abordagem vem ganhando aceitação e adoção pela comunidade arqueológica como uma forma de refinar e detalhar o conhecimento sobre artefatos e sítios arqueológicos em diferentes escalas, da macroscópica à nanométrica. É sempre importante ressaltar que, apesar da arqueometria poder fornecer importantes informações sobre os elementos materiais, ela não deve ser feita de forma desconexa dos elementos imateriais, culturais e históricos. Se feita dessa forma, os dados coletados, por mais sofisticados que sejam, em nada contribuiriam para trazer à luz a forma passada de ser e viver humano. Dessa maneira, o profissional realizando pesquisa em arqueometria, muitas vezes um químico ou físico, deve manter-se em constante contato e interação com cientistas das áreas de humanidades, de maneira a criar um corpo coeso de informações sobre os elementos que estuda.

Este breve resumo sobre técnicas analíticas aplicadas à arqueometria não tem a pretensão de abordar toda a dimensão multi e interdisciplinar da área, por sua grande complexidade. Ao invés, propõe-se que dialogue com os outros textos desse conjunto, brevemente apresentando algumas das ferramentas analíticas disponíveis aos arqueólogos. Nessa área, podemos evidenciar duas abordagens usadas pela comunidade: 1) Medidas em campo, com equipamentos portáteis; 2) Medidas em laboratório, com equipamentos mais sofisticados e sensíveis. Apesar de ser tentador escolher uma em detrimento da outra, as duas são importantes e complementares. As técnicas de campo permitem medidas *in situ*, garantindo mínima alteração a obras que podem ser irremovíveis, porém também são mais limitadas em sua sensibilidade, resolução e em tipo de técnica disponível. As técnicas de laboratório podem ser extremamente mais sensíveis, com altíssima resolução espacial e espectral. No entanto, obviamente requerem o transporte do material ou a coleta de amostras do mesmo, o que pode ser impossível em muitos casos. Apesar de técnicas de campo serem de extrema importância para a arqueologia, elas ultrapassam o escopo deste texto, portanto nos restringiremos às técnicas de laboratório. As técnicas físicas e químicas usadas em arqueometria são as mesmas empregadas em outras áreas, como ciência dos materiais, porém com algumas restrições especiais devido ao tipo de amostra:

Preservação do material original: grande parte das técnicas de análise físicas e químicas é destrutiva, o que não é aceitável para tratar materiais com valor histórico, cultural, artístico ou mesmo econômico. Dessa maneira, é fundamental que a arqueometria se baseie em técnicas e metodologias minimamente destrutivas e/ou invasivas para a amostra, e que o efeito de seus usos em diferentes tipos de materiais seja bem conhecido. Para isso, a comunidade científica vem se organizando para criar um corpo de conhecimento sobre como mitigar os danos em bens culturais. Por exemplo, a IAEA - *International Atomic Energy Agency* - organiza encontros técnicos regulares sobre o tema, com os maiores especialistas da área, das ciências humanas e exatas.

Portabilidade: como os materiais arqueológicos frequentemente estão em campo, em sítios arqueológicos, ou depositados em coleções de museus, a remoção dos mesmos sem danos em transporte para laboratório, pode ser muito complexa, dispendiosa ou mesmo impossível. Nesse caso, o desenvolvimento de equipamentos portáteis é fundamental, e essa área tem se beneficiado com o rápido desenvolvimento da eletrônica e informática das últimas décadas. Hoje há equipamentos para análise rápida e de alta qualidade, facilmente transportáveis. No entanto, a análise com equipamentos portáteis será sempre mais limitada que em equipamentos em laboratório, e o custo-benefício deve ser avaliado para cada caso.

Mínimo gasto de amostra: quando é impossível evitar os danos ou fazer as medidas *in situ*, é desejável que a técnica utilize o mínimo possível de material da amostra. Isso tem sido possível atualmente com o desenvolvimento de técnicas cada vez mais sensíveis, permitindo a análise com quantidades diminutas, da ordem de microgramas ou em escalas nanométricas. Nesse quesito, as técnicas síncrotron, que serão apresentadas a seguir, mostram-se excepcionais, permitindo a análise de quantidades muito pequenas de materiais. A tendência é que esse desenvolvimento continue para permitir o menor dano possível nos objetos em estudo.

Devido ao desconhecimento das técnicas e ao custo relativamente alto dos equipamentos, especialmente para a realidade brasileira, a arqueometria ainda é uma abordagem usada apenas por alguns grupos de pesquisa, mas está em franca expansão. Atualmente já existem diversos laboratórios no país capazes de realizar análises com materiais arqueológicos sem custos para os pesquisadores, e que, em muitos casos, estão ainda sendo subutilizados por essa comunidade específica. Como exemplo, podemos citar o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS)¹ e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano)², ambos parte do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM³, Campinas-SP). Os laboratórios possuem instalações de pesquisa de última geração abertas à toda comunidade acadêmica gratuitamente, sendo essa sua principal missão. O acesso é feito via submissão de projetos, que são analisados por seu mérito de forma competitiva, de maneira a utilizar o tempo disponível nos equipamentos da forma mais produtiva. O CNPEM conta ainda com um programa de financiamento próprio para custear usuários com projetos selecionados que sejam de fora do estado de São Paulo, em uma tentativa de minimizar a distribuição desigual de recursos humanos e tecnológicos existentes no país. O LNLS/CNPEM construiu o primeiro síncrotron do hemisfério sul, estando em operação ininterrupta desde 1997. Ele é um laboratório de referência no país e na região, atendendo principalmente pesquisadores da América Latina, mas também de outras regiões.

Nas instalações de pesquisa do laboratório é possível realizar variadas técnicas de caracterização e microscopia eletrônica, de raios X, infravermelho, Raman, entre outras, contando com uma equipe de técnicos e pesquisadores treinados para dar suporte aos usuários externos. Além do CNPEM, há outros centros instalados em diferentes universidades do país, com equipamentos multiusuários, e mesmo uma rede colaborativa no tema (LAPAC - Rede de Laboratórios com Aplicações em Patrimônio Cultural do Brasil)⁴. Além dos laboratórios e equipamentos adequados para as análises arqueométricas, é importante ainda um maior investimento na formação de alunos e pesquisadores aptos a transitar entre a técnica e os problemas científicos das áreas correlatas à arqueologia.

TÉCNICAS BASEADAS EM SÍNCROTRON

Um acelerador síncrotron, como o existente no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS/CNPEM), é um equipamento de grande porte (o acelerador do LNLS ocupa um prédio de 2500 m²) que gera luz a partir da aceleração de elétrons. A luz gerada tem propriedades especiais, como a grande faixa coberta do espectro eletromagnético (do infravermelho até os raios X) e o altíssimo brilho, tipicamente 1 milhão de vezes maior que equipamentos convencionais de laboratório, sejam lâmpadas ou tubos de raios X. Uma vez gerada, a luz é direcionada para diferentes estações experimentais, onde são realizadas as medidas (Figura 1). Cada linha de luz do laboratório é dedicada a uma faixa de energia diferente (Figura 2), ou

1 <http://www.lnls.cnpem.br>

2 <http://www.lnnano.cnpem.br>

3 <http://www.cnpem.br>

4 <http://www.dfn.if.usp.br/lapac>

a um tipo diferente de técnica de medida (sendo as principais as de imageamento, fluorescência, espectroscopia, difração e espalhamento).



Figura 1: Esquema de uma fonte síncrotron, com o anel de armazenamento de elétrons e as linhas de luz posicionadas tangencialmente a ele, onde são realizados os experimentos. Fonte: <https://fr.wikipedia.org/wiki/SOLEIL>.

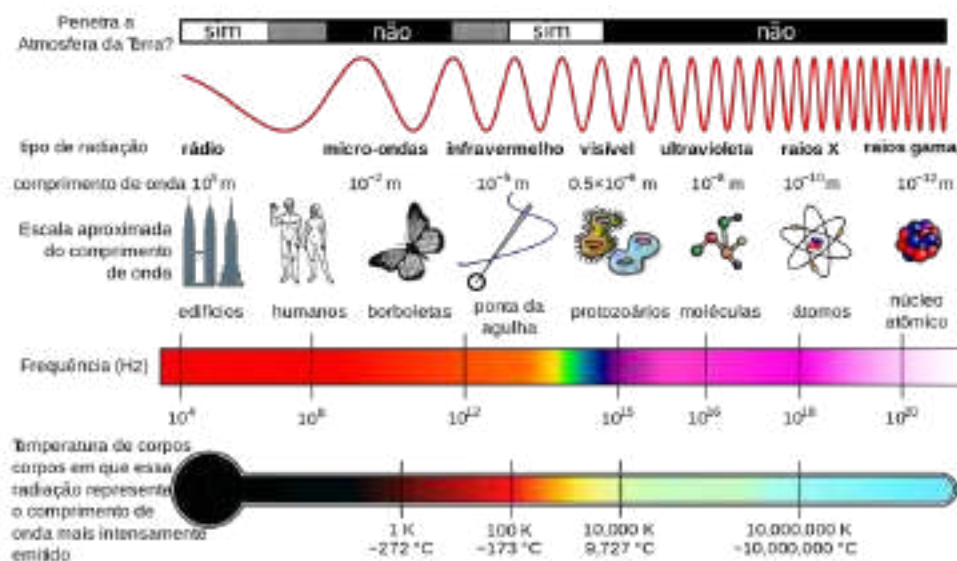


Figura 2: Espectro eletromagnético, com as escalas de tamanho e objetos que podem ser estudados com cada tipo de radiação. Fonte: Khemis - <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41541569>.

Essas características únicas permitem a aplicação de uma grande diversidade de técnicas de análise que só podem ser realizadas em síncrotron. A versatilidade de cobrir uma grande faixa espectral permite que diversas técnicas possam ser aplicadas. Em baixa energia, no infravermelho, visível ou ultravioleta, é possível medir a composição e a química em nível molecular. Em energias mais altas, na faixa de raios X, é possível medir a composição atômica e elemental das amostras, além de estudar sua morfologia bi e tridimensional, sua estrutura mineral e cristalina, sendo usada como poderosa e versátil ferramenta em arqueometria (Uda, Demortier, and Nakai 2005). Algumas das técnicas foram selecionadas por sua aplicabilidade direta em arqueometria (Bertrand et al. 2012; Janssens 2011), e serão brevemente apresentadas a seguir.

Análise por imagem: tomografia computadorizada

A técnica de tomografia, amplamente conhecida como tomografia computadorizada ou CT, da sigla em inglês, é uma ferramenta importante para o imageamento do interior de objetos em 3D de forma não-destrutiva (ou minimamente destrutiva) e não-invasiva. Ela consiste, basicamente, em recuperar a informação do volume da amostra a partir de radiografias obtidas em diferentes ângulos, utilizando-se de processamento computacional através de algoritmos de reconstrução. As radiografias, por si só, já são uma importante forma de acesso ao interior dos objetos, contendo toda a informação projetada em uma única imagem. Entretanto, quando se deseja obter informação em profundidade, para avaliar a distribuição espacial dos elementos no interior de uma amostra, faz-se necessária a aplicação da técnica de tomografia.

O tipo de informação que será obtida por tomografia dependerá da radiação utilizada e também do tipo de interação física observada. A radiação incidida em determinado material irá interagir ao longo de seu trajeto no interior do mesmo e terá sua intensidade reduzida, principalmente devido ao fenômeno de absorção. Essa radiação será atenuada dependendo das características do material, como composição química, densidade e estrutura, e também da própria natureza da radiação. A principal faixa de energia usada nas medidas é a de raios X, como usado nas fontes síncrotron, e nêutrons, em reatores nucleares, como no IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - São Paulo, SP). As duas modalidades fornecem informações complementares devido às suas diferenças em atenuação. Os raios X têm sua absorção diretamente relacionada com o número atômico (Z), de forma que atravessam facilmente materiais leves e são altamente absorvidos por materiais densos, como metais e rochas. Já os nêutrons atravessam com grande facilidade os elementos pesados, e são mais absorvidos por elementos leves, como hidrogênio, carbono e oxigênio.

A tomografia baseada na absorção dos raios X é a técnica de CT mais comumente aplicada em estudos de arqueometria, por se tratar de uma técnica bastante difundida (em especial devido à sua vasta aplicação na medicina), e também bastante acessível, graças à disponibilidade e variedade de tomógrafos de laboratório, de diversos tamanhos e que atingem diferentes resoluções espaciais. A informação obtida por essa técnica é basicamente relacionada às diferenças de densidade ou número atômico dos materiais que compõem a amostra. Ela já é amplamente utilizada no estudo de fósseis, permitindo análises morfológicas, reconstruções anatômicas e acesso a estruturas internas preservadas nos remascentes dos organismos. A tomografia por absorção de raios X também teve seu potencial demonstrado para a leitura de rolos de pergaminho sem a necessidade de desenrolá-los (Baum et al. 2017), baseando-se no fato de que as tintas utilizadas nesses materiais usualmente são à base de ferro, gerando grande diferença de densidade em relação à estrutura de fibras vegetais ou animais (Mills et al. 2012). O uso desse tipo de abordagem permite a análise de artefatos e bens culturais com uma grande redução de seu manuseio, contribuindo para sua preservação (Figura 3). Entretanto, muitos materiais não apresentam uma diferença de densidade ou número atômico suficientes para gerar contraste por absorção. Nesse caso, pode-se explorar outro mecanismo de interação dos raios X com a matéria, como a refração, utilizada na técnica chamada tomografia de contraste de fase. Esse tipo de informação permite um realce nas interfaces dos diferentes materiais, contribuindo para a geração de contraste em componentes mais leves ou de densidade homogênea. Uma das formas mais simples de se realizar a tomografia de contraste de fase é através da propagação do feixe transmitido (após passar pela amostra), o que só é possível ser feito em fontes de raios X chamadas coerentes, ou seja, que produzem feixes com ondas em fase, como é o caso das fontes síncrotron.

O uso de fontes de raios X do tipo síncrotron possibilitou um grande avanço em estudos de arqueometria. Além de serem importantes para a obtenção de contraste de fase, tais fontes produzem radiação ordens de magnitude mais intensas que as fontes de tomógrafos de laboratório, permitindo a obtenção de imagens em um menor tempo de aquisição, e atingindo resoluções espaciais da ordem de micrômetros, ou até dezenas de nanômetros, em alguns casos. A utilização dessa técnica

permitiu a identificação de tecidos moles preservados no interior de fósseis (Maldanis et al. 2016), a visualização de detalhes nas linhas de crescimento de esmalte e dentina em dentes de homínídeos (Smith et al. 2015), e foi utilizada também para a análise de rolos de papiro altamente danificados, como os mais antigos fragmentos do Velho Testamento encontrados em En-Gedi (Figura 3) (Seales et al. 2016) e os papiros carbonizados pela erupção do Vesúvio (Mocella et al. 2014), onde alguns caracteres puderam ser identificados mesmo após a carbonização, em rolos já impossibilitados de serem desenrolados. O Brasil conta com uma linha de microtomografia de raios X (linha IMX) no LNLS/CNPEN, permitindo medidas com resolução sub-micrométrica.



Figura 3: Papiro de En-Gedi, a mais antiga cópia do Velho Testamento, desenrolada virtualmente por micro-CT. Fonte:(Seales et al. 2016)⁵

A principal desvantagem do uso de raios X é no caso de materiais muito densos, como por exemplo estátuas de bronze. Nesses casos, a absorção por esses materiais não permite que eles sejam atravessados pelos raios X, impedindo sua análise. A tomografia de nêutrons pode ser bastante vantajosa nesse caso, superando as limitações dos raios X e complementarmente fornecendo contraste para materiais leves, como resinas, colas, madeiras, etc. Estudos de estátuas de bronze egípcias, por exemplo, permitiram obter informação sobre as técnicas de manufatura, reparos sofridos, e também atestar a autenticidade desses artefatos (de Beer et al. 2009). A principal desvantagem dessa técnica é o fato de ser limitada pelo difícil acesso às fontes de nêutrons disponíveis, como em reatores nucleares.

Uma vez que os dados tenham sido adquiridos e pré-processados para gerar a reconstrução 3D do objeto em estudo, são obtidas imagens que correspondem a “fatias” digitais dos objetos, com valores de intensidade dos pixels relacionados à densidade dos materiais. A partir delas é possível fazer renderizações do volume da amostra, tendo acesso rápido a uma visão geral e tridimensional da morfologia externa e de estruturas internas com elevado contraste. Para análises em maiores detalhes, é possível isolar as estruturas pela técnica de segmentação, a qual consiste em marcar a estrutura de interesse nas diferentes fatias e utilizar essa demarcação para renderizá-la individualmente em 3D. Esse é um processo bastante dispendioso e muitas vezes manual, devido à heterogeneidade das amostras e dos artefatos inerentes à técnica, e depende de um bom treinamento dos usuários e acesso a um poder de computação razoável, bem como softwares específicos, também bastante

⁵ Reimpresso de Seales B. W. et al. *Sci Adv.* 2016: 2 © Os autores, direitos reservados; licença exclusiva American Association for the Advancement of Science. Distribuído sob Creative Commons Attribution NonCommercial License 4.0 (CC BY-NC) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

custosos. Atualmente há alguns esforços em criar laboratórios multiusuários de tratamento de dados de tomografia, como no LNLS/CNPEM, mas ainda há falta desse tipo de estrutura diretamente nos museus e institutos de pesquisa em arqueologia, que poderiam ampliar o acesso e popularização da técnica, hoje uma das principais para o estudo de materiais volumétricos, para análises morfológicas, sejam qualitativas ou quantitativas.

Fluorescência de raios X

Talvez uma das técnicas de raios X mais aplicadas em arqueometria (Uda, Demortier, and Nakai 2005), a fluorescência de raios X (XRF, da sigla em inglês para *X-Ray Fluorescence*) fornece informação sobre a composição elementar do material analisado. Ou seja, é possível identificar e, em alguns casos, quantificar, os elementos químicos presentes mesmo em concentrações muito baixas, como em partes por milhão (ppm) ou até em partes por bilhão (ppb). Seu princípio de funcionamento se baseia no efeito fotoelétrico: Quando o material é irradiado por luz de alta energia (equivalente a comprimento de onda pequeno, como os raios X), elétrons são arrancados das camadas internas dos seus átomos. Esse estado do átomo com elétrons faltantes não é estável, e logo um elétron de uma camada mais externa preenche esse nível desocupado. Nesse processo, ele perde energia emitindo radiação, ou fótons. Esses fótons emitidos são característicos de cada elemento químico, e podem ser usados em sua identificação. Além disso, de maneira simplificada, quanto mais átomos de um determinado elemento químico no material, mais fótons serão produzidos. Com uma calibração adequada, é possível então transformar o número de fótons emitidos na concentração do elemento na amostra, de forma absoluta. A técnica é similar ao EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*), usada acoplada a Microscópios Eletrônicos de Varredura (MEV), e PIXE (*Particle Induced X-ray Emission*), cada uma com diferentes características e escalas de medida. Usualmente MEV/EDS podem ser aplicados em escalas milimétricas (devido à resolução nanométrica da técnica) e PIXE em escalas de dezenas de centímetros, devido à escala sub-milimétrica do feixe. XRF está em uma escala intermediária, mas hoje já existem sistemas que cobrem de nanômetros até dezenas de centímetros, sendo, portanto, extremamente flexível.

Esse tipo de análise pode ser feita de maneira pontual, ou seja, em regiões selecionadas da amostra, que podem ser usadas para estudar em detalhe a composição elementar de uma região específica, ou pode ser usada para mapear os elementos com resolução espacial muito alta, em uma área grande. Tal técnica já foi usada para mapear, por exemplo, pinturas históricas e pré-históricas ocultas (Dik et al. 2008; Reiche and Chalmin 2014). A técnica de micro e nano-fluorescência de raios X usa sistemas especiais para focalizar o feixe de radiação em uma microsonda muito pequena, tipicamente de dezenas de nanômetros até dezenas de micrômetros. Esse sistema pode então ser acoplado com um mecanismo de movimentação motorizado da amostra, permitindo a coleta de informação de muitos pontos sobre uma área extensa (mapeamento 2D) ou mesmo de um volume (tomografia por XRF). A análise de dados é feita por programas específicos, que transformam a informação elementar de cada ponto em um mapa com escala de cor artificial proporcional à concentração. Os mapas químicos assim produzidos podem evidenciar estruturas invisíveis a olho nu, como em pinturas ou diferentes objetos arqueológicos ou históricos (Figura 4).

Para realizar medidas de áreas extensas (centimétricas) em um tempo razoável (de minutos a horas), é necessária uma fonte muito intensa de radiação. Apesar de existirem equipamentos de laboratório que façam mapas por XRF, até mesmo portáteis, grande parte desse tipo de medidas é feita em linhas de luz especializadas em fontes de luz síncrotron. No Brasil, o LNLS/CNPEM conta com uma linha dedicada à fluorescência de raios X (linha XRF), com a flexibilidade de trabalhar com amostras sólidas e líquidas de diferentes naturezas, e atingindo, atualmente, resolução de 25 por 12 μm (gerando imagens químicas com esse tamanho efetivo de pixel).



Figura 4: Comparação entre imagens óticas e mapeamentos por fluorescência de raios X dos elementos ferro (Fe) e chumbo (Pb), mostrando uma pintura invisível a olho nu em um vidro medieval da coleção da Historic England. Adaptado de <http://www.blue-scientific.com/analysing-medieval-window-glass-micro-xrf/>.

Espectroscopia de absorção de raios X

A técnica de espectroscopia de raios X (ou XAS, no inglês *X-ray Absorption Spectroscopy*) baseia-se no estudo do fenômeno da interação de radiação de energia bem definida, dita monocromática, com a matéria. Essa interação é dependente de diversas propriedades do material em estudo, como sua composição elementar, concentração, estado de oxidação, vizinhança química (ou seja, a quem eles estão ligados ou complexados) e mesmo estrutura cristalina. É uma técnica muito poderosa de análise, pois permite medir de forma qualitativa e quantitativa essas propriedades. O resultado produzido pela medida é chamado de espectro, e é um gráfico de uma propriedade da interação (absorção, emissão, reflexão) em função da energia da radiação. As diferentes propriedades do material se refletem na forma desses espectros, e podem ser estudadas de forma *ab initio*, quando os fenômenos físicos são modelados a partir de princípios fundamentais de maneira a explicar o resultado experimental, ou de forma semi-empírica, comparando os espectros desconhecidos com os de padrões já bem estudados. A última forma, também chamada de método de *fingerprinting*, permite não apenas identificar materiais puros, mas também misturas complexas, onde é possível recuperar a proporção entre diferentes fases. Essa técnica realizada em síncrotron permite selecionar a energia adequada para estudar especificamente diferentes elementos de interesse arqueológico (por exemplo, ferro, zinco, manganês, cálcio, entre muitos outros), e retirar a informação de seu estado químico (Janssens and Spectus 2010; Chalmin et al. 2007; Chalmin, Farges, and Brown 2009). Por exemplo, para o ferro é possível identificar facilmente seu estado de oxidação (0, para ferro metálico, +2 ou +3 para óxidos, hidróxidos e sais de ferro; por exemplo, o mineral pirita possui Fe^{2+} , a hematita é composta por Fe^{3+} e a magnetita é composta tanto por Fe^{2+} quanto Fe^{3+}) e mesmo diretamente em qual mineral ele está, ou quais fases estão presentes, se for uma mistura. Cada um deles possui uma assinatura espectral bem característica e facilmente separável. Mesmo materiais com a mesma valência, como os pigmentos vermelhos feitos de hematita e maghemita (ambos Fe_2O_3 , portanto Fe^{3+}) podem ser distinguidos aplicando a técnica de XAS (Figura 5).

Essa técnica é similar à espectroscopia Mössbauer, amplamente usada em arqueometria, especialmente por sua portabilidade, porém com a vantagem de ser facilmente aplicável a vários elementos além do ferro, com medidas mais rápidas e de melhor sensibilidade para diferentes fases (Wagner and Kyek 2004). Além disso, atualmente é possível aplicar a técnica de espectroscopia de raios X em síncrotrons em micro e nano escala, obtendo informação química refinada com resolução espacial, ampliando o conhecimento obtido com o mapeamento elementar por XRF. No LNLS/CNPEM, as linhas SXS, XAFS2 e XRF são capazes de fazer a caracterização espectroscópica de elementos com números atômicos a partir do alumínio (ou seja, incluindo alumínio e elementos mais pesados: alumínio, silício, fósforo, enxofre, cloro e assim por diante), com resolução micrométrica.

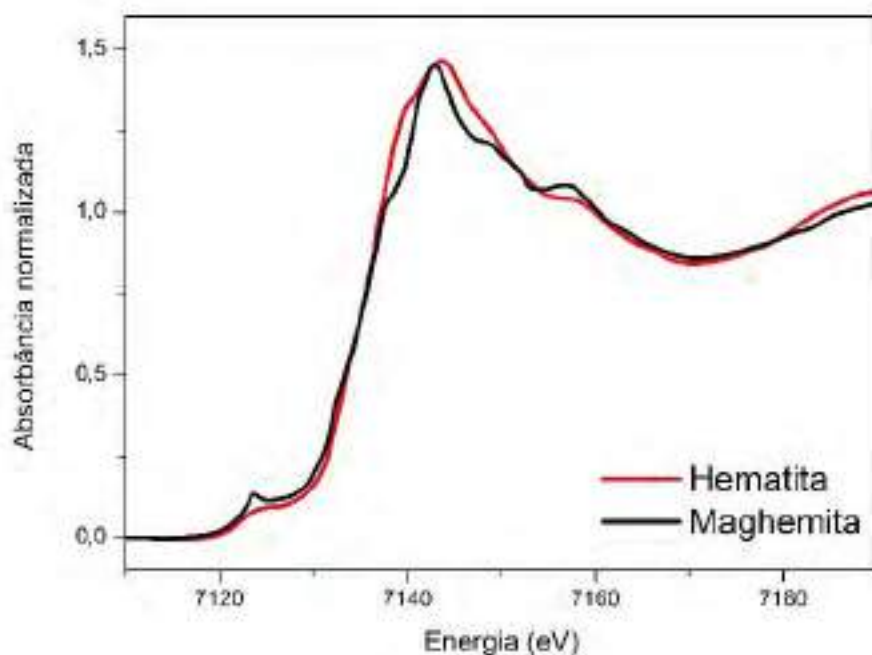


Figura 5: Comparação entre o espectro de absorvância de raios X dos minerais hematita (linha vermelha) e magnetita (linha preta), ambos usados como vermelhos em pinturas pré-históricas, como os vermelhos de Altamira, Espanha (hematita) e de Provence, França (magnetita).

O uso da técnica de *fingerprinting* em arqueometria e no estudo de materiais naturais está ganhando aceitação, porém ainda é necessária a produção de bancos de dados específicos, com materiais reais e, em especial, materiais do patrimônio brasileiro. Isso é importante pois o espectro pode ser alterado dependendo da forma de preparo do material, da matriz-suporte e de outros fatores. Uma interpretação direta e ingênua dos resultados pode ser enganosa, e muitas vezes difícil de ser percebida se não houver uma boa interação entre o especialista da técnica e o arqueólogo, trazendo o contexto do material.

No Brasil, a arqueometria é uma técnica ainda em franca expansão. Suas aplicações são principalmente baseadas no uso de equipamentos portáteis, como microfluorescência de raios X e microespectroscopia Raman, mas também já estão sendo usadas técnicas analíticas quantitativas laboratoriais, como espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier e microtomografia computadorizada (Alves et al. 2014; Appoloni 2013; Appoloni, Parreira, and Lopes 2008; Puglieri et al. 2019; Ribeiro et al. 2015; Santos et al. 2009; Silva et al. 2004).

UM FUTURO BRILHANTE PARA O BRASIL: A NOVA FONTE DE LUZ SÍNCROTRON SIRIUS

O LNLS/CNPEM está atualmente construindo uma nova fonte de luz síncrotron, denominada Sirius, assim batizada devido à estrela mais brilhante do firmamento⁶. Esse novo grande laboratório de pesquisa é um dos maiores projetos de pesquisa do país, sendo financiado primariamente pelo MCTIC, e está sendo construído no campus do CNPEM em Campinas/SP (Figura 6).

6 <http://lnls.cnpem.br/sirius>



Figura 6: (esquerda) Concepção artística da nova fonte de luz síncrotron Sirius e (direita) estado das obras em março de 2018. Fonte: LNLS/ Divulgação.

O novo acelerador é um dos projetos mais ambiciosos do mundo em fontes síncrotron, e está sendo denominado como uma fonte de 4ª geração, superior aos atuais síncrotrons de 3ª geração existentes. É um projeto extremamente competitivo, e irá permitir avançar as pesquisas com materiais dos mais diversos tipos, incluindo os de interesse arqueológico. Dentre as vantagens em relação ao acelerador brasileiro atual estão: maior sensibilidade a elementos pesados, estudo de fases ainda mais diluídas, tempos de medidas muito mais rápidos, capacidade de trabalhar com amostras maiores e altíssima resolução espacial, atingindo poucos nanômetros. O Sirius será um dos mais potentes microscópios de raios X do mundo, sendo capaz de mapear e caracterizar amostras com as mais diferentes técnicas, desde a macro até a nano-escala.

O Sirius irá manter e ampliar a missão do LNLS de ser um laboratório de pesquisa aberto a usuários externos de diferentes comunidades de pesquisa, e abrirá portas para estudos antes impossíveis na área de arqueometria, não apenas no Brasil, como no mundo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Felipe; Estanislau João, Gleyko Madson, Ceciany Soarigues, Igor Ricart, Marcos Andrade, Viviane Khoury, and Paula Frassinetti. 2014. “Raios x Aplicados à Arqueometria.” *Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e Saúde* 1 (3): 59–68.
- APPOLONI, Carlos Roberto. 2013. “Recent Developments in Atomic/Nuclear Methodologies Used for the Study of Cultural Heritage Objects.” *AIP Conference Proceedings* 1529 (May): 30–39. <https://doi.org/10.1063/1.4804077>.
- APPOLONI, Carlos Roberto, Paulo S Parreira, and Fabio Lopes. 2008. “Métodos e Técnicas de Caracterização Aplicadas Ao Estudo Do Patrimônio Cultural: Trabalhos Desenvolvidos Pelo LFNA-DFIS.” *Revista CPC*, no. 6 (October): 198–207. <https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v0i6p198-207>.
- BAUM, Daniel, Norbert Lindow, Hans-Christian Hege, Verena Lepper, Tzulia Siopi, Frank Kutz, Kristin Mahlow, and Heinz-Eberhard Mahnke. 2017. “Revealing Hidden Text in Rolled and Folded Papyri.” *Applied Physics A* 123 (3): 171. <https://doi.org/10.1007/s00339-017-0808-6>.
- BEER, Frikkie.C. de, Hazel. Botha, Ernst. Ferg, R. Grundlingh, and A. Smith. 2009. “Archaeology Benefits from Neutron Tomography Investigations in South Africa.” *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 605 (1–2): 167–70. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2009.01.213>.
- BERTRAND, Loïc, Laurianne Robinet, Mathieu Thoury, Koen Janssens, Serge X. Cohen, and Sebastian Schöder. 2012. “Cultural Heritage and Archaeology Materials Studied by Synchrotron Spectroscopy and Imaging.” *Applied Physics A: Materials Science and Processing* 106 (2): 377–96. <https://doi.org/10.1007/s00339-011-6686-4>.
- CHALMIN, E., F. Farges, and G. E. Brown. 2009. “A Pre-Edge Analysis of Mn K-Edge XANES Spectra to Help Determine the Speciation of Manganese in Minerals and Glasses.” *Contributions to Mineralogy and Petrology* 157 (1): 111–26. <https://doi.org/10.1007/s00410-008-0323-z>.
- CHALMIN, E., F. Farges, C. Vignaud, J. Susini, M. Menu, and G. E. Brown. 2007. “Discovery of Unusual Minerals in Paleolithic Black Pigments from Lascaux (France) and Ekain (Spain).” In *AIP Conference Proceedings*, 882:220–22. AIP. <https://doi.org/10.1063/1.2644480>.
- DIK, Joris, Koen Janssens, Geert Van Der Snickt, Luuk Van Der Loeff, Karen Rickers, and Marine Cotte. 2008. “Visualization of a Lost Painting by Vincent van Gogh Using Synchrotron Radiation Based X-Ray Fluorescence Elemental Mapping.” *Analytical Chemistry* 80 (16): 6436–42. <https://doi.org/10.1021/ac800965g>.
- JANSSENS, Koen. 2011. “Synchrotron Radiation in Art and Archaeology,” 883–84. <https://doi.org/10.1039/c1ja90015c>.
- JANSSENS, Koen, and C O N Spectus. 2010. “Spectroscopy for Art Conservation : Looking Back” 43 (6): 705–14.
- MALDANIS, Lara, Murilo Carvalho, Mariana Ramos Almeida, Francisco Idalécio Freitas, José Artur Ferreira Gomes de Andrade, Rafael Silva Nunes, Carlos Eduardo Rochitte, Poppi, Ronei Jesus, Freitas, Raul Oliveira, Rodrigues, Fábio, Siljeström, Sandra, Lima, Frederico Alves, Galante, Douglas, Carvalho, Ismar S, Perez, Carlos Alberto, de Carvalho, Marcelo Rodrigues, Bettini, Jefferson, Fernandez, Vincent, Xavier-Neto, José 2016. “Heart Fossilization Is Possible and Informs the Evolution of Cardiac Outflow Tract in Vertebrates.” *ELife* 5: 1–12. <https://doi.org/10.7554/eLife.14698>.
- MILLS, David, Oksana Samko, Paul Rosin, Kate Thomas, Tim Wess, and Graham R Davis. 2012. “Apocalypso: Revealing the Unreadable.” *SPIE Optical Engineering + Applications* 8506: 85060A–5. <https://doi.org/10.1117/12.928917>.

- MOCELLA, Vito, Emmanuel Brun, Claudio Ferrero, and Daniel Delattre. 2014. "Revealing Letters in Rolled Herculaneum Papyri by X-Ray Phase-Contrast Imaging." *Nature Communications* 6 (May 2014): 5895. <https://doi.org/10.1038/ncomms6895>.
- PUGLIERI, Thiago Sevilhano, Rafael Guedes Milheira, Eliane Aparecida Del Lama, Patricia Marques Magon, and Sailer Santos do Santos. 2019. "Multi-Technique Investigation of Potshards of a Cerrito (Earthen Mound) from Southern Brazil." *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 206 (January): 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.07.084>.
- REICHE, Ina, and Emilie Chalmin. 2014. "De Lascaux à Van Gogh : De l'Analyse de Prélèvements à l'Imagerie Chimique Non-Invasive Des Peintures." *Chimie et Archéométrie*, 1–11.
- RIBEIRO, M N, Ana Letícia C De Oliveira, Renato P De Freitas, and Cristiane Calza. 2015. "Análise De Pigmentos Por Fluorescência De Raios X Em Escultura Barroca Do Século Xviii" 3 (século XVIII).
- SANTOS, J. O., C. S. Munita, R. G. Toyota, C. Vergne, R. S. Silva, and P. M.S. Oliveira. 2009. "The Archaeometry Study of the Chemical and Mineral Composition of Pottery from Brazil's Northeast." *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 281 (2): 189–92. <https://doi.org/10.1007/s10967-009-0119-2>.
- SEALES, William Brent, Clifford Seth Parker, Michael Segal, Emanuel Tov, Pnina Shor, and Yosef Porath. 2016. "From Damage to Discovery via Virtual Unwrapping: Reading the Scroll from En-Gedi." *Science Advances* 2 (9): 1–10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601247>.
- SILVA, Fabíola Andréa, Carlos R. Appoloni, Fernando R. E. Quiñones, Ademilson O. Santos, Luzeli M. da Silva, Paulo F. Barbieri, and Virgílio F. Nascimento Filho. 2004. "A Arqueometria e a Análise de Artefatos Cerâmicos: Um Estudo de Fragmentos Cerâmicos Etnográficos e Arqueológicos Por Fluorescência de Raios X (EDXRF) e Transmissão Gama." *Revista de Arqueologia* 17: 41–61.
- SMITH, Tanya M., Paul Tafforeau, Adeline Le Cabec, Anne Bonnin, Alexandra Houssaye, Joane Pouech, Jacopo Moggi-Cecchi, Manthi, Fredrick, Ward, Carol, Makaremi, Masrour, Menter, Colin G. 2015. "Dental Ontogeny in Pliocene and Early Pleistocene Hominins." *PLoS ONE* 10 (2): 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118118>.
- UDA, Masayuki, Guy Demortier, and Izumi Nakai. 2005. *X-Rays for Archaeology*. Springer.
- WAGNER, F E, and A Kyek. 2004. "Mossbauer Spectroscopy in Archaeology: Introduction and Experimental Considerations." *Hyperfine Interactions* 154 (1–4): 5–33.

Recebido em: 22/05/2018

Aprovado em: 16/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

**ARQUEOMETRIA APLICADA À CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO
ARQUEOLÓGICO METÁLICO: UM ESTUDO DE CASO DO SÍTIO FUNERÁRIO
DE SÃO GONÇALO GARCIA, RIO DE JANEIRO**

*ARCHEOMETRY APPLIED TO THE CONSERVATION OF METALLIC
ARCHAEOLOGICAL HERITAGE: A CASE STUDY OF THE FUNERARY SITE OF
SÃO GONÇALO GARCIA, RIO DE JANEIRO*

Guadalupe do Nascimento Campos

Marcus Granato

Antonieta Middea

Ricardo Tadeu Lopes

Como citar este artigo:

CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; GRANATO, Marcus; MIDDEA Antonieta; LOPES Ricardo Tadeu. Arqueometria aplicada à conservação do patrimônio arqueológico metálico: um estudo de caso do sítio funerário de São Gonçalo Garcia, Rio de Janeiro. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 290-314, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Arqueometria aplicada à conservação do patrimônio arqueológico metálico: um estudo de caso do sítio funerário de São Gonçalo Garcia, Rio de Janeiro

Guadalupe do Nascimento Campos^a

Marcus Granato^b

Antonieta Middea^c

Ricardo Tadeu Lopes^d

Resumo: O presente trabalho apresenta alguns dos resultados obtidos no âmbito do projeto de pesquisa Conservação e Caracterização Microanalítica de Objetos Arqueológicos Metálicos, desenvolvido no Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST. O projeto tem como objetivo principal estabelecer metodologias de caracterização e conservação do patrimônio arqueológico metálico. Os artefatos selecionados para o estudo de caso são provenientes do Sítio Funerário da Igreja São Gonçalo Garcia (região central do Rio de Janeiro), relacionados aos séculos XVIII e XIX. Para os exames arqueométricos, foram empregadas as seguintes técnicas de caracterização: radiografia digital e microtomografia computadorizada de raios X, microscopias estereoscópica e eletrônica de varredura, espectroscopia de energia dispersiva (MEV/EDS) e difratometria de raios X. Foram obtidas informações sobre a composição dos artefatos (fase metálica e alguns produtos de corrosão), detalhes da morfologia em 3D não visíveis a olho nu, extensão da mineralização, dentre outros aspectos.

Abstract: This paper presents some of the achieved results in the “Microanalytical Conservation and Characterization of Metallic Archaeological Objects” research project, developed at the Museum of Astronomy and Related Sciences - MAST. The project’s main goal is to establish methodologies for characterization and conservation of the metallic archaeological heritage. The artifacts selected for the case study are from the Funeral Site at São Gonçalo Garcia’s Church (Rio de Janeiro’s central region), related to the 18th and 19th centuries. For the archaeometric examinations, the following characterization techniques were employed: digital radiography and X ray microtomography, stereoscopic and scanning electron microscopy, energy-dispersive X ray spectroscopy (SEM / EDS) and X ray diffraction. Results were obtained about the artifacts’s composition (metallic phase and some corrosion products), 3D morphology details invisible to the naked eye, and the extent of the mineralization, among other aspects.

Palavras Chave:

Arqueometria; Conservação; Patrimônio Arqueológico; Artefatos Metálicos.

Keywords:

Archeometry; Conservation; Archaeological Heritage; Metallic Artefacts.

^a Museóloga pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Brasil; Arqueóloga, M.Sc. e D.Sc. em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), Brasil. Pesquisadora colaboradora do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Brasil. Professora Permanente do Mestrado Profissional em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Brasil. Os resultados de pesquisa aqui apresentados tiveram o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Brasil; e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil. E-mail: guadalupecampos@mast.br

^b Engenheiro metalúrgico pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil; mestre e doutor em Engenharia Metalúrgica pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, a unidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Brasil; pesquisador do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Brasil; professor do programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro e Museu de Astronomia e Ciências Afins (UNIRIO/MAST), Brasil; e do Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio de C&T pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Brasil; bolsista de produtividade 1C do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil; líder do Grupo de Pesquisa Museologia e Preservação de Acervos Culturais. marcus@mast.br

^c Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil; com Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Atualmente faz parte do Setor de Caracterização Tecnológica (SCT) do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Brasil. E-mail: amiddea@cetem.gov.br

^d Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil; mestrado e doutorado em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil.

INTRODUÇÃO

Os artefatos arqueológicos metálicos têm especificidades que diferem daquelas relativas aos demais tipos de objetos, devido às transformações, principalmente, eletroquímicas, a que estão sujeitos por permanecerem enterrados no solo ou submersos na água. Nessas condições, geralmente, ocorre um processo denominado de corrosão, que transforma os metais em óxidos, sulfatos carbonatos, dentre outros compostos (CAMPOS; GRANATO, 2017). Esse processo se inicia a partir das superfícies dos artefatos (SELWYN, 2004), podendo ocasionar, muitas vezes, alterações substanciais como a mineralização parcial ou total, modificando sua morfologia original (CAMPOS; GRANATO, 2015).

Grande parte dos artefatos arqueológicos já poderia estar em processo de deterioração natural, durante seu uso corrente, antes mesmo do período em que estiveram enterrados ou submersos (BRADLEY, 2001). Entretanto, as alterações resultantes das interações meio-superfície do artefato podem se intensificar no espaço de tempo em que estiveram enterrados/submersos, dependendo das propriedades químicas e físicas do solo/água circundante. Essas propriedades são determinantes, pois a presença de cloretos, o pH do meio, umidade, existência de compostos orgânicos, de microrganismos e de fertilizantes, são alguns dos fatores que influenciam na velocidade de corrosão (BERTHOLON, 2007). Nesse contexto, após um período enterrados/submersos, de um modo geral, os artefatos acabam atingindo um estado de equilíbrio com as condições de contorno (RODGERS, 2004). Portanto, ao serem coletados, são retirados desse estado de equilíbrio, o que pode acelerar o processo de deterioração, especialmente devido ao contato com o oxigênio do ar e à possível elevação nos níveis de umidade relativa (LOGAN, 2007). Dessa forma, a pesquisa arqueológica deve, assim, abranger estudos e medidas de conservação que minimizem a deterioração dos artefatos para garantir sua existência mais longa (CRONYN, 2001; (MURDOCK *et al.*, 2001).

Os procedimentos de conservação realizados nos artefatos arqueológicos não visam ao retorno dos seus aspectos originais, mas sim estabilizá-los e, dessa forma, permitir que sejam preservados para as gerações futuras. Logo, artefatos não devem ser desamassados e as pátinas estáveis não necessitam de remoção, pois, além de terem uma função protetiva, são elementos que fazem parte da trajetória do artefato, fornecendo informações significativas para a pesquisa arqueológica. Frequentemente, o controle ambiental adequado nos espaços de guarda pode evitar a continuidade da corrosão e, assim, tratamentos interventivos se tornam desnecessários (WATKINSON, 2010).

Na preservação dos artefatos metálicos, é importante aprofundar o conhecimento, como a identificação da constituição dos materiais que os compõem (metal e suas ligas) e dos produtos de corrosão. Para tanto, a utilização de técnicas arqueométricas se faz necessária, pois são importantes ferramentas usadas para auxiliar no diagnóstico do estado de conservação dos artefatos em estudo. Essas técnicas proporcionam conhecimento sobre o processo de corrosão propriamente dito, permitindo identificar as possíveis causas da degradação dos artefatos. Além disso, possibilitam a identificação de antigas técnicas de fabricação (REHDER, 1995), definindo com mais precisão os métodos mais adequados a serem utilizados na sua conservação (CAMPOS; GRANATO, 2015). Por conseguinte, tanto as informações referentes às técnicas empregadas, que dizem respeito ao período de fabricação, morfologia e funções, quanto os simbolismos e significados atribuídos aos artefatos auxiliam na construção de narrativas sobre os variados aspectos dos grupos sociais referentes ao sítio arqueológico estudado (BERTHOLON, 2007).

O presente estudo de caso está relacionado com resultados obtidos no âmbito do projeto de pesquisa citado abaixo, referente à utilização de técnicas arqueométricas não invasivas aplicadas a um conjunto de artefatos metálicos não-ferrosos provenientes do Sítio Funerário Igreja São Gonçalo Garcia e São Jorge, situado no centro da cidade do Rio de Janeiro.

Nesse caso, não foi possível a retirada de amostras para realizar uma caracterização mais completa, o que permitiria obter resultados mais aprofundados sobre os artefatos, principalmente sobre o *bulk* (parte interna do material). Contudo, a combinação dos resultados entre as técnicas não invasivas possibilitou obter informações relevantes, para um diagnóstico mais preciso sobre os procedimentos adequados a serem realizados nos artefatos, sem a necessidade da retirada de amostra.

PROTOCOLO DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO METÁLICO

A preservação do patrimônio arqueológico metálico seguindo metodologias científicas e empregando técnicas arqueométricas ainda é um campo restrito no Brasil. Abrange conhecimentos de disciplinas distintas como Museologia, Conservação, Arqueologia, Ciência dos Materiais e Metalurgia. Nessa conjuntura, foi estruturado o projeto de pesquisa intitulado *Conservação e Caracterização Microanalítica de Objetos Arqueológicos Metálicos*, desenvolvido no Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST. Para a sua realização, foram estabelecidas parcerias do MAST com outras instituições de pesquisa no país, como o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, a Pontifícia Universidade Católica - PUC-Rio e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE/UFRJ (CAMPOS; GRANATO, 2015). Essas colaborações possibilitaram a realização de procedimentos analíticos diversos, determinando o estabelecimento de um protocolo com base científica, específico para coleta, manuseio, documentação, conservação, acondicionamento e caracterização de artefatos arqueológicos metálicos provenientes de ambientes terrestres. Os procedimentos e as técnicas analíticas utilizadas tiveram o objetivo de responder a questões referentes à pesquisa arqueológica, à pesquisa dos materiais de acondicionamento e à conservação dos artefatos, com intuito de serem preservados por um período maior. Um dos produtos desse projeto é um material didático destinado a arqueólogos, conservadores e museólogos, relacionado aos artefatos arqueológicos de origem metálica, compreendendo os procedimentos relativos a todas as etapas da pesquisa arqueológica (CAMPOS; GRANATO, 2015).

O protocolo é constituído de práticas de conservação, onde se enfatiza a importância de conservadores capacitados para realização de procedimentos de estabilização e consolidação dos artefatos (PEDELI, 2013; CHILDS & SULLIVAN, 2003; ROTROFF, 2001). Aconselha o mínimo de intervenção, pois qualquer procedimento empregado, mesmo que se enquadre em ações removíveis, pode ocasionar interferências ou reações com os materiais componentes dos artefatos (ROBBIOLA, 1997), distorcendo a interpretação de alguns resultados das análises que possam ser realizadas no futuro.

Também destaca a elaboração de fichas individuais para cada artefato, com informações sobre o peso, medida, fotografias e anotações coletadas nos exames visuais e arqueométricos e dos procedimentos de conservação realizados. Sugere que os artefatos de origem terrestre devam ser limpos mecanicamente, com cuidado e sem pressão. Apenas com objetivo de retirar a camada de sedimento solta, por escovação a seco ou aspiração, evitando o uso de ácidos e a retirada das pátinas. Procura-se, dessa forma, não perder informações arqueológicas, tecnológicas e artísticas dos artefatos, que podem ocorrer com a limpeza excessiva e o uso de tratamentos químicos inadequados (BERTHOLON, 2007). Para o acondicionamento, devem-se utilizar materiais inertes junto com absorventes de umidade (PAÏN, 2012).

Recomenda-se, sempre que possível, a utilização de técnicas não invasivas (sem a retirada de amostras) para a caracterização microanalítica. Por exemplo, a radiografia permite observar a estrutura, visualizar a técnica de fabricação e a montagem do artefato, e determinar a sua integridade interna (ANTELO; BUESO; GABALDON; COSTEA, 2010), propiciando visualizar inscrições, decorações e intervenções posteriores à sua fabricação, não visíveis a olho nu, que estão

abaixo dos produtos de corrosão (JONES, 2006). Possibilita também verificar a extensão da mineralização e auxiliar no processo de limpeza mecânica, diferenciando a morfologia da peça com as zonas mineralizadas, e auxiliando no diagnóstico do seu estado de conservação (MEYER-ROUDET, 1999).

A radiografia digital direta é a técnica que utiliza um detector plano, que é um dispositivo eletrônico que converte radiação ionizante incidente em uma matriz com sinal analógico que, posteriormente, é digitalizada e transferida para um computador, gerando uma imagem digital. Esses detectores podem ser de conversão direta ou indireta e são capazes de exibir as imagens em tempo real.

A microtomografia por transmissão de raios X (microCT) permite visualizar detalhes de fabricação e decoração não visíveis a olho nu, sem qualquer intervenção física, o que possibilita a reconstituição minuciosa desses artefatos, o registro visual preciso em alta resolução da morfologia e das condições do artefato como recebido. Dessa forma, a microtomografia, como ferramenta importante de preservação de documentação do artefato, auxiliará no processo de conservação do mesmo.

Outras técnicas não invasivas indicadas são a difratometria de raios X, para caracterizar os compostos presentes nas superfícies das peças, e a microscopia eletrônica de varredura, acoplada à espectroscopia de energia dispersiva - EDS, para identificar e mapear os elementos presentes em determinadas regiões da superfície dos artefatos, assim como observar a morfologia dos produtos de corrosão (CILIBERTO; SPOTO, 2000). Entretanto, quando o artefato apresentar alguma ruptura que possibilite a retirada de uma amostra, o protocolo recomenda a complementação com outras técnicas que se mostrem necessárias e que precisem de uma amostra do artefato para sua realização.

O protocolo não se constitui de receitas genéricas para procedimentos e tratamentos em grande escala, pois existem variações que devem levar em consideração as especificidades de cada artefato, através de uma avaliação preliminar. É importante ressaltar que não é indicado o emprego de receitas genéricas para o tratamento em grande escala, pois cada artefato possui características particulares (COSTA, 2008) que, muitas, vezes determinam alterações nas intervenções.

Após realizar os procedimentos estabelecidos no protocolo, salienta-se a importância do frequente monitoramento dos artefatos, nas reservas técnicas, nos museus e nas instituições de guarda. As estratégias de conservação preventiva como a climatização do ambiente de guarda, com o controle da umidade relativa, são fundamentais, para evitar a aceleração do processo de deterioração desses artefatos.

SÍTIO FUNERÁRIO IGREJA SÃO GONÇALO GARCIA

A pesquisa arqueológica, cujos resultados serão aqui apresentados, foi desenvolvida no antigo espaço funerário da Igreja de São Gonçalo Garcia, área que pertence atualmente à Biblioteca Pública do Estado do Rio de Janeiro, a recente Biblioteca Parque – BPE, situada na Praça da República, no âmbito do projeto para sua modernização. Inaugurada em 1761, de irmandade dedicada ao padroeiro dos homens pardos, foi edificada em uma área periférica da cidade, conhecida como Pequena África (LESSA; CAMPOS; TAVARES, 2016). Em 1854, como a igreja da Irmandade de São Jorge estava muito degradada, se uniu à Irmandade da Igreja de São Gonçalo Garcia, tornando-se a Igreja de São Gonçalo Garcia e São Jorge (CARVALHO, 2009). Com o passar dos anos, a Igreja ficou conhecida pela população apenas como Igreja de São Jorge.

Nas escavações, foram reveladas estruturas arquitetônicas que possivelmente correspondem ao limite do cemitério e do terreno original da igreja de São Gonçalo Garcia. Também foram evidenciados seis enterramentos primários e um

enterramento secundário, onde se estima um número mínimo de 27 adultos e 5 crianças. No Rio de Janeiro, desde o período colonial, os enterramentos eram realizados nos espaços funerários (dentro e no entorno) de igrejas, denominados de campos santos, e foram comumente realizados até o ano de 1850 (COARACY, 2008). Portanto, conclui-se que os enterramentos revelados nas escavações pertençam apenas à Irmandade São Gonçalo Garcia e não ao período a partir da junção com a Irmandade de São Jorge. Na pesquisa histórica, realizada nos documentos da Cúria, referentes aos enterramentos na Igreja, foi possível verificar, dentre os 376 sepultamentos efetuados na parte externa (adros), a presença de 116 escravizados africanos, 32 forros e 14 livres que foram sepultados entre os anos de 1791 e 1849 (LESSA; CAMPOS; TAVARES, 2016). Dessa forma, os registros históricos embasam a possibilidade de que alguns dos enterramentos evidenciados fossem de trabalhadores pobres afrodescendentes ou mesmo de escravizados ou negros forros (CAMPOS, 2015). A Figura 1, a seguir, apresenta uma imagem desses enterramentos primários, que possivelmente são associados aos escravizados africanos, de acordo com os resultados das análises da bioarqueologia.

Os materiais coletados nas escavações foram os mais diversos, como: cerâmicas, fragmentos de garrafas de vidro, restos alimentares, louça europeia dos séculos XVII, XVIII e XIX, cachimbos e contas associados aos escravizados africanos (CAMPOS, 2015). Destacam-se os acompanhamentos dos enterramentos (botões de osso e de metal, medalhas, alfinetes, fragmentos de tecido com metal). Como esses materiais são representativos e significativos para o estudo dos sepultamentos, os mesmos foram selecionados para o presente estudo de caso.

A seguir, serão apresentados os procedimentos experimentais utilizados nas pesquisas realizadas com os artefatos selecionados para, em seguida, mostrar e analisar os dados produzidos.



Figura 1 - Sítio Funerário Igreja São Gonçalo Garcia. Enterramentos primários associados aos escravizados africanos. Foto: Filipe Coelho, 2013

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Amostras selecionadas

Após o exame macroscópico da coleção estudada, foram selecionados 15 artefatos, por sua singularidade e estado de conservação, para a realização dos exames arqueométricos. Para o presente artigo, os artefatos não ferrosos escolhidos, por representarem a coleção, foram um colchete, um botão, um crucifixo, que são imagens características, as quais são apresentadas a seguir, na Figura 2 (a, b e c).



Figura 2 - Artefatos metálicos não ferrosos do Sítio Funerário Igreja São Gonçalo Garcia. a) colchete; b) crucifixo e c) botão. Fotos: Tuca Marques, 2013

Métodos Analíticos

Para a caracterização das peças supracitadas, foram utilizadas técnicas não invasivas. Não foi possível a retirada de amostras para a realização da metalografia, que permitiria a caracterização da microestrutura dos componentes metálicos originais. Dessa forma, as análises focaram na caracterização das superfícies dos artefatos, com o objetivo de visualizar a espessura das camadas de produtos de corrosão, a sua constituição e composição, além da estrutura do artefato.

Para o exame macroscópico das peças, foi usado o Estereomicroscópio Stemi DV4 da Zeiss. Em seguida, foram utilizadas diversas técnicas não invasivas como radiografia digital, microtomografia de raios X, microscopia eletrônica de varredura/EDS e difratometria de raios X. Ao final das análises, foi possível descrever visualmente conexões entre os resultados macroscópicos e os microscópicos, para relacioná-los com os produtos de corrosão identificados.

Para a Radiografia Digital Direta, foram utilizados um equipamento de raios X de potencial constante, YXLON, com tensão máxima de 160kV e corrente de 1 a 2mA, com tamanho focal de 1mm, e um detector tipo *flat panel* de Silício Amorfo e GOS (oxissulfeto de Gadolínio), GE, com área ativa de 200 x 200 mm, formato da imagem 1024 x 1024, tamanho de pixel 200 μ m, range dinâmico de 14 bits.

Para a microtomografia computadorizada 3D de alta resolução (microCT), foi utilizado um microtomógrafo do modelo 1173 da Skyscan-Bruker, que tem 8W de potência, com energia variável em um intervalo de 40 a 130KV e um detector *flat panel* (2240x2240) pixels. Também foi empregado um filtro de cobre de 1,0mm de espessura com o objetivo de reduzir a contribuição dos fótons de baixa energia e, assim, minimizar o efeito de endurecimento de feixe. A matriz de pixel do detector escolhida foi de (1120x1120) pixels. As projeções foram obtidas em um ângulo total de 360° e 3 *frames* a cada passo de rotação de 1°. Após o processo de aquisição, as imagens foram reconstruídas. Esse processo foi feito utilizando-se os programas Nrecon® (versão 1.6.9.4) e InstaRecon (versão 1.3.9.2). Esses *softwares* de reconstrução possibilitam a escolha de parâmetros que geram melhor qualidade de imagem. Para cada amostra, foi feito o *fine tuning* e foi selecionada a melhor imagem obtida após a escolha de cada parâmetro. Após a reconstrução das imagens das amostras, foram usados dois programas de análise de imagens, o *CTvox*® (versão 2.6.0), para visualização das imagens em 3D, e o *DataViewer*® (versão 1.5.0), que permite a obtenção de três vistas ortogonais de qualquer posição escolhida na amostra: corte transaxial (plano x-y), corte coronal (plano x-z) e corte sagital (plano z-y).

Os artefatos foram analisados por dois microscópios eletrônicos de varredura com espectroscopia de dispersão de energia - MEV/EDS e ambos apresentaram tamanhos adequados para inserção dos artefatos no porta-amostra, de forma a viabilizar a realização das análises sem coleta de amostra. Os dois equipamentos usados foram o Tm3030Plus da Hitachi com EDS Quantax 70 da Bruker e um FEI QUANTA 400 com EDS Quantax 800 da Bruker.

Os difratogramas de raios X (DRX) das amostras também foram coletados em dois equipamentos:

Bruker-D4 Endeavor, nas seguintes condições de operação: radiação Co Ka (35 kV/40 mA), velocidade do goniômetro de 0,02o 2 θ por passo com tempo de contagem de 1 segundo por passo e coletados de 5 a 80° 2 θ e;

Bruker-AXS D8, radiação Cu Ka (40 kV/25 mA); no range angular 2 θ de 5° - 105°, com passos de 0,01°

As interpretações qualitativas de espectro foram efetuadas por comparação com padrões contidos no banco de dados PDF02 (ICDD, 2006) em *software* Bruker AXS Diffrac.Plus.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Em seguida, serão apresentados e analisados os resultados obtidos para cada artefato selecionado, nas diferentes técnicas já mencionadas.

Colchete

A Figura 3, mostrada a seguir, é uma macrografia do colchete obtida no microscópio estereoscópico. Nessa imagem, podem-se observar diferentes tonalidades de verde (claro e escuro) presentes na superfície da peça e a espessura dos produtos de corrosão do gancho esquerdo do colchete. Através do exame visual, verifica-se que cada cor dos produtos de corrosão corresponde a um composto específico. Nota-se que há alteração da morfologia da peça, onde o gancho esquerdo juntou-se ao corpo do colchete.



Figura 3 - Imagem obtida através do microscópio estereoscópico do colchete, mostrando produtos de corrosão de diferentes tons de verde e avermelhado

A Figura 4, mostrada a seguir, é uma imagem radiográfica do colchete, na qual pode-se observar a extensão da mineralização e a sua morfologia original.

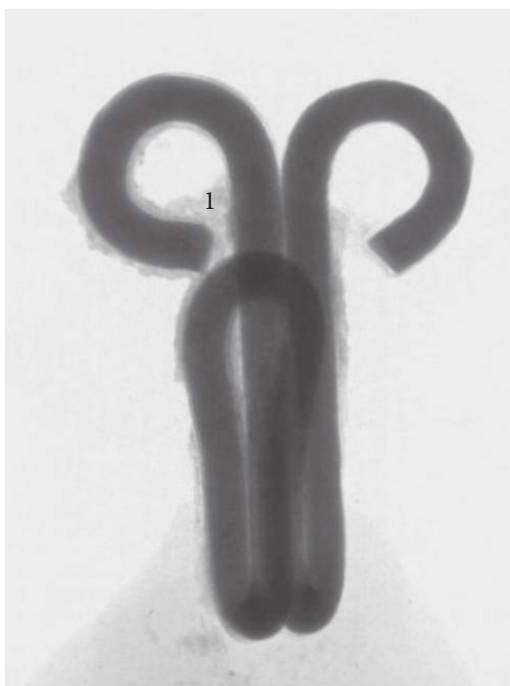


Figura 4 - Imagem de uma radiografia positiva do colchete. O Ponto 1 indica a região mais clara, de um material de menor densidade, relacionada a espessura do produto de corrosão

Verifica-se que a área mais clara (1), de um material de menor densidade, está relacionada com a espessura do produto de corrosão. As áreas escuras correspondem à fase metálica e à morfologia original do colchete.

A Figura 5, a seguir, é uma imagem de microCT do colchete, gerada pelo programa CTvox, mostrando uma reconstituição fidedigna em 3D da peça, sem a presença dos produtos de corrosão, não perceptíveis a olho nu.



Figura 5 - Imagem em 3D gerada pelo programa CTvox do colchete, mostrando a sua morfologia sem a camada de produto de corrosão

A Figura 6 (a e b) mostra o aspecto morfológico da superfície do colchete com imagens obtidas no MEV em elétrons secundários com ampliações diferentes.

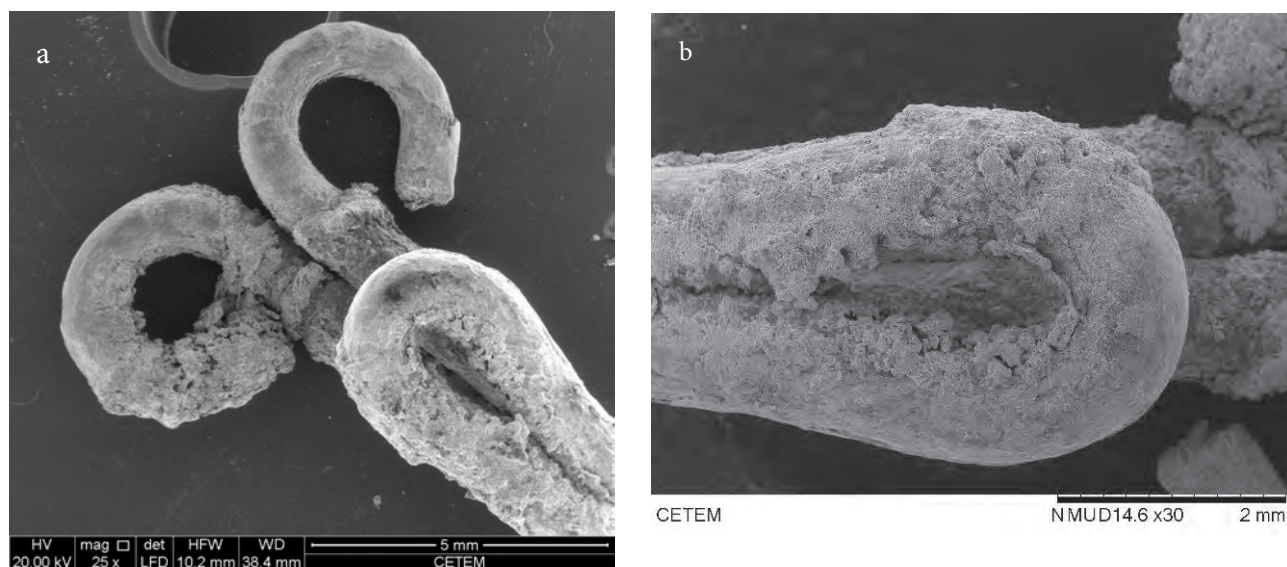


Figura 6 - Imagens obtidas ao MEV em elétrons secundários da superfície do colchete

Percebe-se em detalhes a formação dos produtos de corrosão na superfície, em camadas de espessura variada, de aspecto poroso e superfície irregular. Como consequência, a morfologia original da peça foi modificada pelos processos de mineralização.

A Figura 7, a seguir, mostra uma micrografia eletrônica de varredura por elétrons retroespalhados do colchete (a) e espectro de EDS da região mais clara analisada, indicada pelo círculo em amarelo (b).

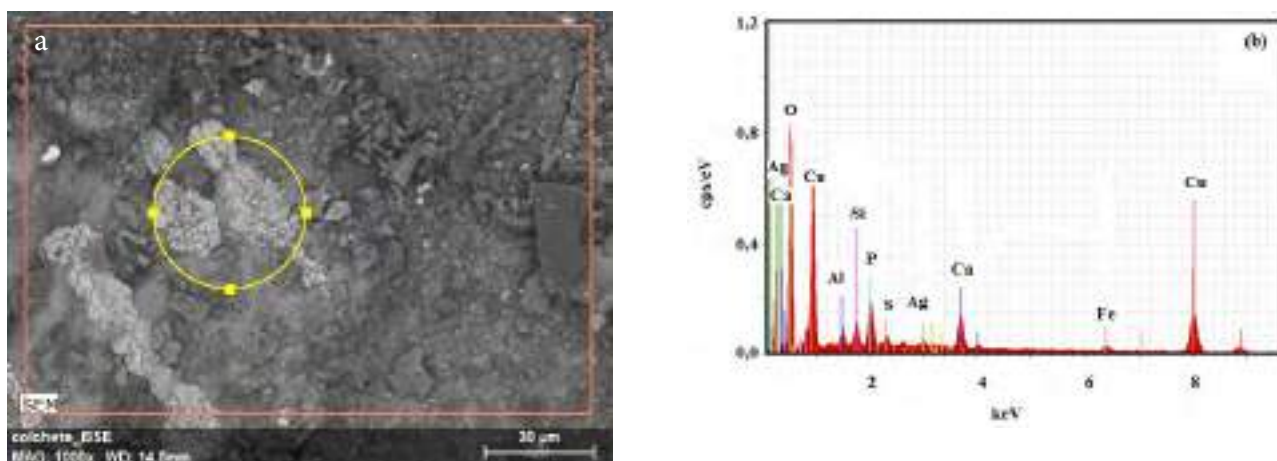


Figura 7 - MEV/EDS - a) Micrografia em elétrons retroespalhados da superfície do colchete, círculo amarelo indicando a região mais clara analisada por EDS; b) Espectro de EDS da região mais clara analisada, indicada pelo círculo em amarelo da Figura 7a

Na imagem (a) podem-se verificar diferenças de composição em áreas de colorações distintas. Nesse caso, foram efetuadas análises por EDS nas regiões mais claras, correspondentes à cor branca e cinza, como está assinalado em amarelo na Figura 7a. O espectro de EDS, apresentado na Figura 7b, revela os seguintes elementos: Ag, C, Ca, O, Fe, Cu, Al, Si, P e S. A presença de prata (Ag), em torno de 0,9%p/p, mostrada na Figura 7b, sugere um possível recobrimento de prata (Ag) na superfície do colchete, na área indicada da Figura 7a, correspondendo às regiões mais claras. Dessa forma, destaca-se a importância da realização da caracterização do artefato antes da limpeza, ou a execução de uma limpeza mecânica leve, com o intuito de retirar o excesso de sedimento, a fim de evitar uma limpeza mais agressiva e o risco da retirada de constituintes importantes.

Nas análises realizadas nas regiões mais escuras que estão indicadas na Figura 8a (micrografia obtida com elétrons retroespalhados), não foi detectado o elemento Ag. Nessa região, foi realizado um mapeamento químico, como mostra a Figura 8 (b a g).

Nas Figuras 8c a 8g, pode-se observar a distribuição dos principais elementos químicos presentes na superfície da peça. O mapeamento indica que os elementos apresentam homogeneidade de distribuição entre si. A concentração de Al e Si provavelmente é decorrente de partículas do solo, enquanto que a presença de P possivelmente está relacionada com a proximidade da peça ao sepultamento.

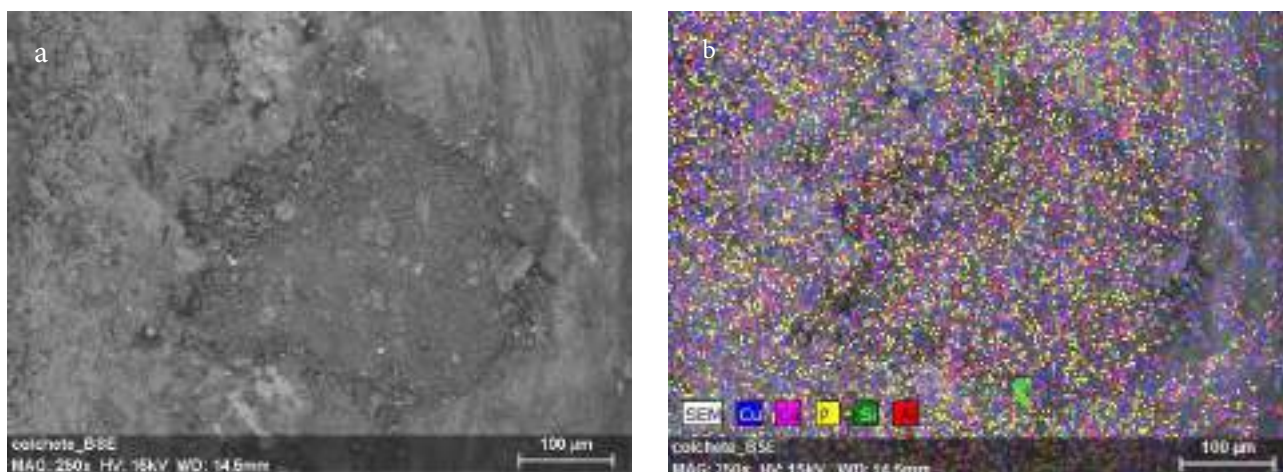


Figura 8a - MEV/ mapeamento – a) Micrografia em elétrons retroespalhados da região escura do colchete; b) Distribuição dos principais elementos Ca, Cu, P, Al e Si utilizando o mapa de raios X;

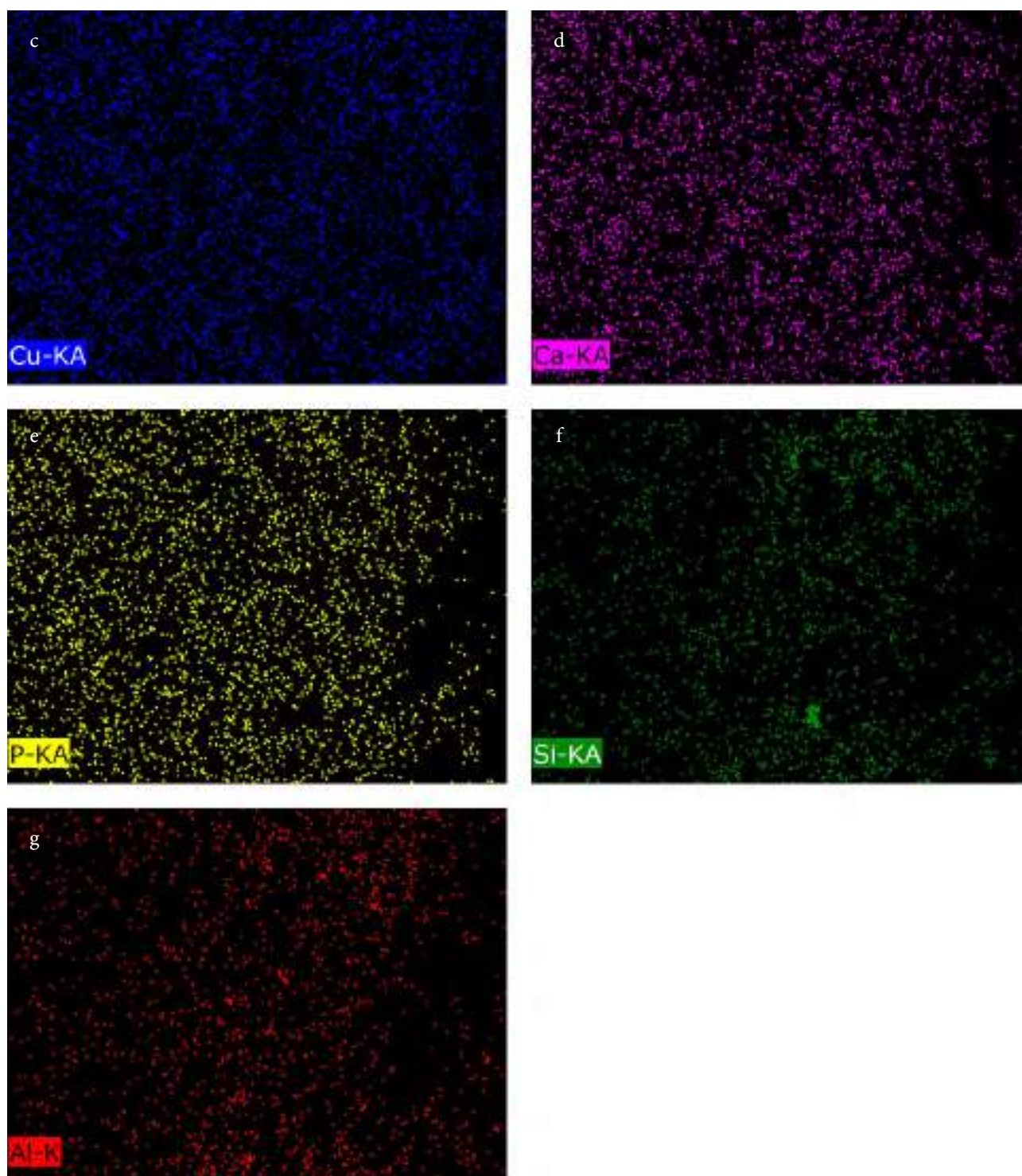


Figura 8b - MEV/ mapeamento c) azul, Cu; d) rosa, Ca; e) amarelo, P; f) verde, Si; g) vermelho, Al

Nas análises realizadas pelo DRX, foram observadas na superfície do colchete as seguintes fases: malaquita, cobre, cuprita e nantoquita, mostradas no difratograma que corresponde à Figura 9, a seguir.

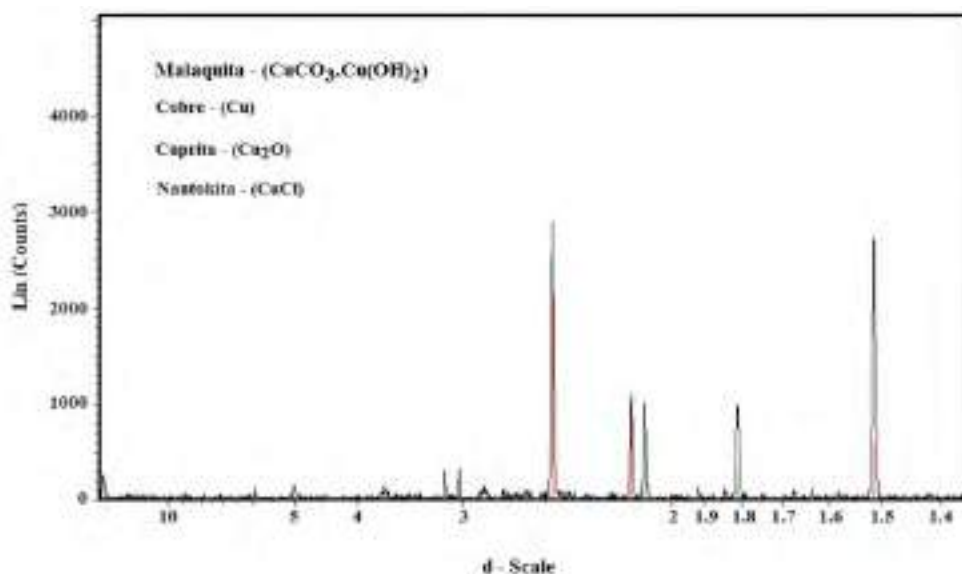


Figura 9 - Difratograma (Cu K α) referente ao colchete. Foram identificadas as seguintes fases: cobre, cuprita, malaquita e nantoquita

Os resultados indicam que parte das informações obtidas no exame visual correspondem ao resultado experimental, o qual mostra que a região de coloração avermelhada condiz com a presença de cuprita (Cu₂O). A Cuprita é o primeiro composto a ser formado sobre o metal, de caráter protetivo, é considerada uma pátina nobre.

A malaquita (CuCO₃.Cu(OH)₂) é um carbonato básico de cobre, de coloração verde pálido. Trata-se de um composto muito associado aos artefatos arqueológicos, desenvolvido no período em que permaneceram em contato com o solo. A malaquita geralmente se constitui acima da camada inicial de cuprita. É uma pátina com um processo de formação lento, indica a autenticidade do artefato, pela dificuldade em desenvolver em laboratório a transição da cuprita para a malaquita (SCOTT, 2002).

A nantoquita (CuCl) é um cloreto instável com a presença de umidade e oxigênio (LAGO, 2005). De coloração cinza claro, tem aspecto pulverulento. Associada à corrosão ativa do material quando instável, pode originar a formação de pontos verdes na superfície do material, expandindo-se e aumentando de volume (SCOTT, 2002). Essas alterações são conhecidas como “doença do bronze”, que indicam uma acumulação de depósitos de cloretos, sugerindo uma instabilidade que pode penetrar na parte interna do artefato (HOBBS, 2002) impossibilitando a sua retirada por meios mecânicos, causando perdas de material.

Adicionalmente, com base no resultado, a análise de DRX do colchete revelou que o cobre era um dos principais componentes da peça. Dessa forma, o DRX mostrou-se uma técnica adequada para caracterizar as fases presentes na peça analisada.

Crucifixo

Através do primeiro exame visual, no microscópio estereoscópico, foi possível verificar, como mostra a Figura 10, distintas camadas sobrepostas, de diferentes produtos de corrosão. Observa-se uma variedade de colorações, o verde claro, verde escuro e regiões avermelhadas, assim como constituições morfológicas distintas, variando de grumosas a plaqueiformes, em camadas de profundidades desiguais.



Figura 10 - Imagem obtida através do microscópio estereoscópico de área do crucifixo, mostrando produtos de corrosão de diferentes colorações

A Figura 11, a seguir, apresenta a imagem radiográfica do artefato.



Figura 11 – Imagem de uma radiografia positiva do crucifixo, mostrando a estrutura da peça e suas diversas partes constituintes

Verifica-se que a cruz do crucifixo, de linhas direitas (cruz latina: braço vertical maior do que o horizontal) apresenta os arremates dos braços em forma de ponteiros trabalhadas, e na face posterior do cruzamento dos braços observa-se um res-

plendor radiado. Na parte superior do crucifixo, é possível visualizar uma argola, presa à ponteira que apresenta uma abertura circular utilizada para pendurar o crucifixo em um colar.

Em relação à intensidade de escurecimento na imagem, verifica-se que existe alma metálica nos braços da cruz, mostrando que nem toda a parte metálica foi mineralizada. As ponteiras aparentam terem sido fixadas nos extremos dos braços através de soldagem, já que se percebe uma fase mais clara, representando uma liga metálica menos densa, entre o corpo dos braços e as ponteiras propriamente ditas. Isso é mais perceptível no encontro da ponteira superior com o corpo da cruz, indicando provavelmente que o cordão de solda ali existente é maior, para suportar as tensões mecânicas nesse local.

A existência de fase metálica do material original de constituição do artefato é representada por toda a área mais escura na imagem, especialmente nos braços. O resplendor radiado também apresenta coloração mais clara que o corpo da cruz, mostrando que foi aplicado após o cruzamento dos braços e deve ser constituído de metal ou liga menos densa.

A Figura 12, a seguir, mostra imagens microtomográficas do artefato, onde podem ser verificados detalhes de elementos de fabricação e decoração, sem sobreposição, não visíveis pela radiografia. Essa técnica, ao contrário da anterior, possibilita visualizar em 3D uma face do artefato sem interferência da outra face.



Figura 12 - Imagens microtomográficas do crucifixo obtida por MicroCT; a) anverso; b) reverso.

É possível visualizar detalhes decorativos nos braços, similares a um pontilhado e, também, o braço direito envergado para dentro, provavelmente devido à ação mecânica. A inscrição INRI está visível um pouco acima do cruzamento dos braços, sendo um acrônimo da frase em latim *Iēsus Nazarēnus, Rēx Iūdaeōrum*, cuja tradução é “Jesus Nazareno (ou, de Nazaré), Rei dos Judeus”, típica das cruzes religiosas cristãs. A argola está aparentemente preservada em sua morfologia e verifica-se que suas pontas não se encontram unidas, e sim defasadas e em paralelo.

As micrografias capturadas pelo MEV/EDS, observadas na Figura 13, são, respectivamente, imagens em elétrons secundários (a) e retroespalhados (b) de diferentes regiões da ponteira e braço do crucifixo.

As micrografias da Figura 13 permitem comparar informações relacionadas à composição e à morfologia/topografia do mesmo local do crucifixo (ponteira esquerda). A Figura 13a apresenta camada bem espessa de produto de corrosão, de superfície muito rugosa, estratificação e profundidades irregulares. Verifica-se que a ponteira é mais volumosa que a barra do braço do crucifixo, que apresenta aparência próxima à morfologia e constituição original, principalmente no reverso. Pode-se observar, também, pequenas áreas de coloração mais clara que, na Figura 13b em elétrons retroespalhados, referem-se a

contraste composicional acentuado. Nesta imagem (b) foi realizada microanálise por EDS, na parte escura, que corresponde ao restante do braço, e na região mais clara, respectivamente indicadas pelos números 1 e 2.

Os resultados de EDS obtidos para as posições (1 e 2), apontadas na Figura 13b, podem ser observados na Figura 14 (a e b).

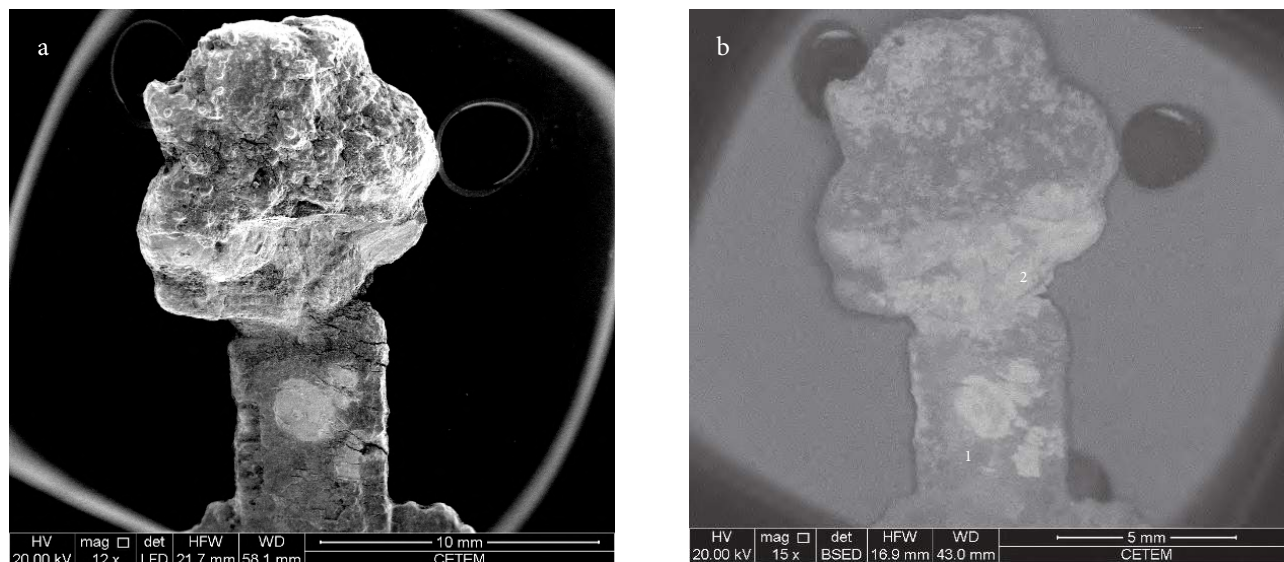


Figura 13 - Imagem obtida ao MEV para o braço/ponteira esquerda do crucifixo. a) em elétrons secundários; b) em elétrons retroespalhados

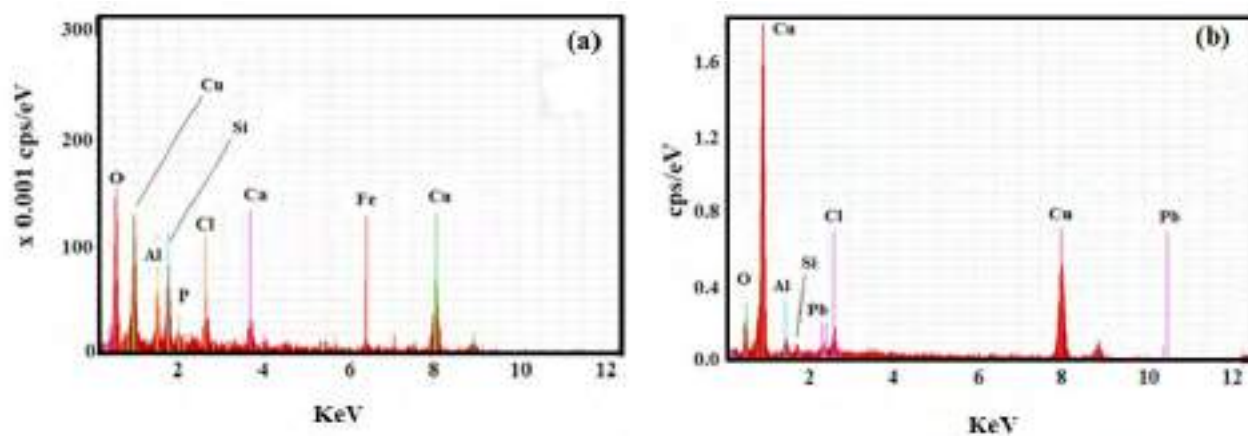


Figura 14- Espectros de EDS do crucifixo do braço/ponteira esquerda referente a Figura 6b: (a) ponto 1; (b) ponto 2.

O espectro referente ao braço horizontal (Figura 14a) acusa a presença do Cu, Si, Fe, P, O, Al, Cl e Ca. Na Figura 14b, observa-se o espectro correspondente à área mais clara e revela os elementos Cu, Si, O, Al, Pb e Cl. O artefato provavelmente é constituído de cobre, com presença de precipitados de chumbo, que determina a cor mais clara na Figura 14b (ponto 2). Na micrografia em elétrons retroespalhados, mostrada na Figura 13b, observa-se apenas uma parte visível da inscrição INRI, pois, algumas áreas estão mineralizadas, resultando na perda de informação visual.

A Figura 15, a seguir, mostra o cruzamento dos braços do crucifixo, o resplendor em nível posterior, um trabalho decorativo nas bordas dos braços e no braço direito que está envergado.

Os resultados de EDS obtidos para as posições (1, 2 e 3), apontadas na Figura 15, podem ser observados na Figura 16 (a, b e c).

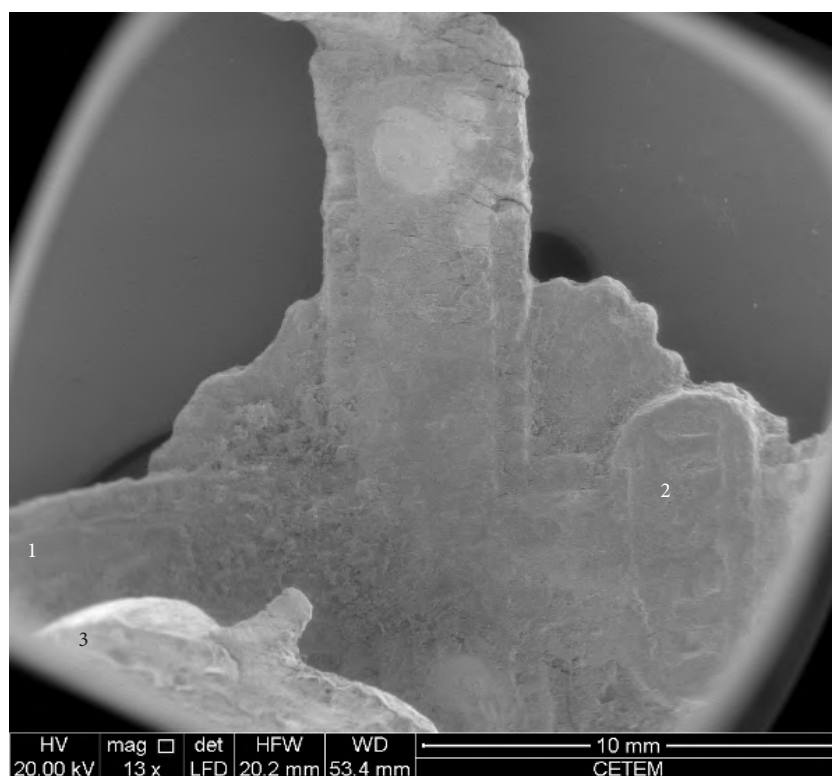


Figura 15 - Imagem obtida ao MEV em elétrons retroespalhados do crucifixo

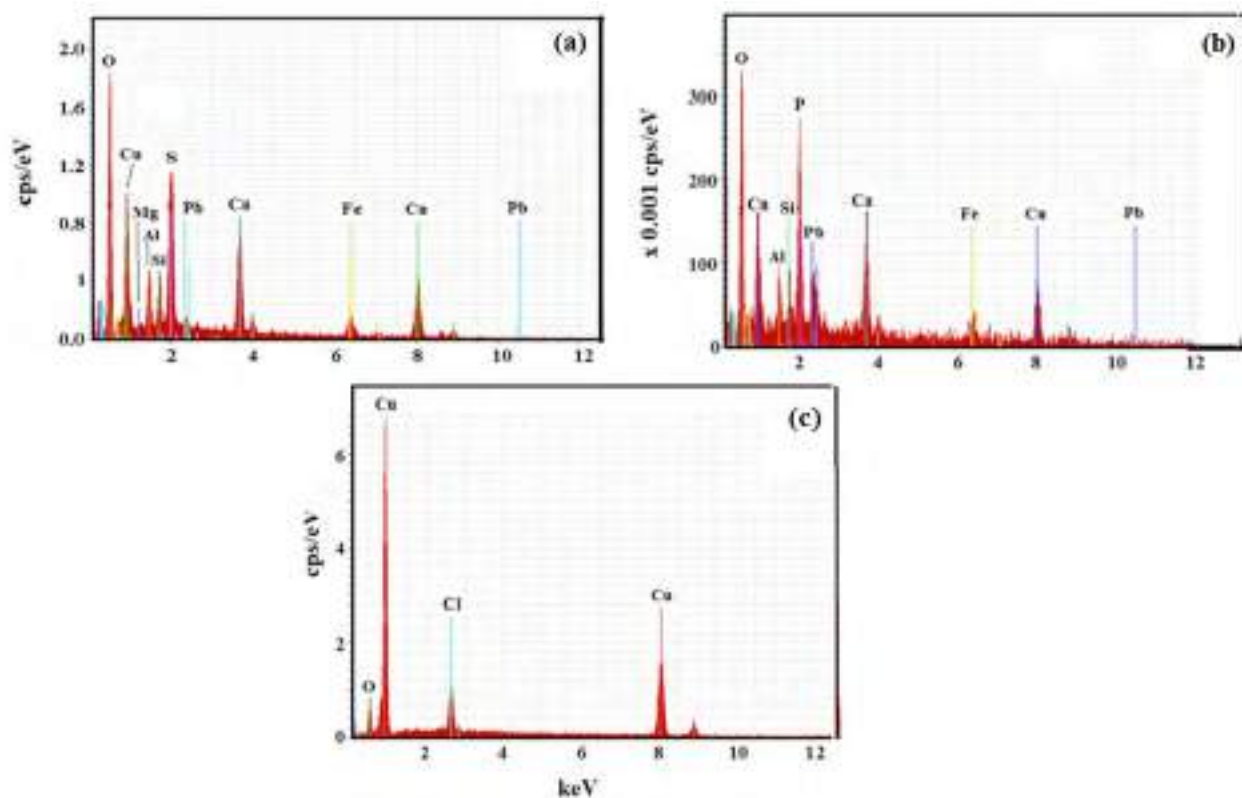


Figura 16 - Espectros de EDS do crucifixo dos pontos indicados na Figura 15: (a) ponto 1; (b) ponto 2; (c) ponto 3

O espectro referente ao braço vertical (Figura 15, ponto 1) acusa a presença do Cu, Si, Fe, O, Al, Mg, S, Pb e Ca (Figura 16a). Na Figura 16b, observa-se o espectro correspondente à área da inscrição INRI (Figura 15, ponto 2) e revela os elementos Cu, Si, Fe, P, O, Al, Pb e Ca. A Figura 16c apresenta o espectro referente à região mais clara do braço horizontal envergado (Figura 15, ponto 3) e aponta os elementos Cu, O e Cl. A diferença de composição entre os pontos 1 e 2 (existência de Mg e S no ponto 1) permite inferir que os produtos de corrosão possuem composição mais complexa neste ponto. Os produtos de corrosão no ponto 3 apresentam composição bem mais simples que nos demais e a presença de Cl (Figura 16c) indica possivelmente a existência de um cloreto nesta área.

A microanálise por EDS identificou, nos diferentes espectros, o empobrecimento do cobre em algumas regiões da peça, possivelmente decorrente do processo de decuprificação. A presença de S no crucifixo provavelmente indica que esteja relacionada com inclusões de sulfeto de cobre, que pode ser proveniente da origem da obtenção do metal.

A análise por difratometria de raios X foi realizada em um fragmento do produto de corrosão que se desprende da superfície do crucifixo. O difratograma dessa análise é apresentado na Figura 17, a seguir.

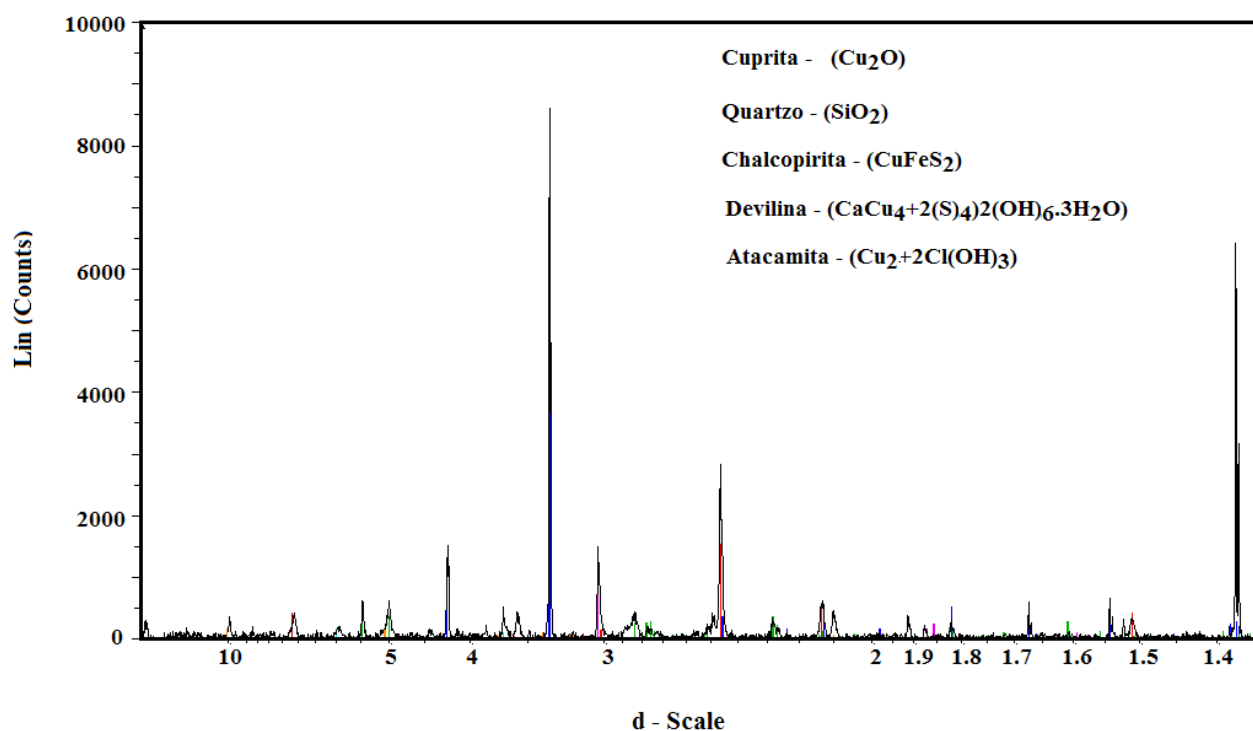


Figura 17 - Difratograma (Cu K α) referente aos produtos de corrosão do Crucifixo. Foram identificadas as seguintes fases: cuprita, sílica/quartzo, chalcopirita, devilina e atacamita

Cinco fases minerais foram obtidas, evidenciando que a presença de cobre é bem significativa, deduzindo que o material que constitui o crucifixo é cobre. O quartzo, uma das formas naturais da sílica (SiO₂), está provavelmente relacionado com partículas do solo, como grãos de areia. A cuprita (Cu₂O) é um óxido de cobre e o primeiro produto de corrosão a ser formado sobre o cobre e suas ligas. Trata-se de um composto estável e aderente à superfície da peça. A cuprita corresponde à região de coloração avermelhada, visualizada anteriormente no microscópio estereoscópico.

A atacamita (Cu₂(OH)₃Cl) é um cloreto básico de cobre, de coloração verde, não é o primeiro composto a se formar na superfície do metal (SCOTT, 2002). Esse cloreto, misturado com outros compostos estáveis, como a cuprita, não representa grandes riscos ao artefato (LAGO, 2005). A existência de um cloreto de cobre nas pátinas, não indica necessariamente a pre-

sença do fenômeno vulgarmente conhecido como “doença do bronze”, mas pode sugerir um processo de corrosão localizado ou superficial (SCOTT, 2002).

A devilina ($\text{CaCu}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) é um sulfato de coloração cinza azulado e a calcopirita (CuFeS_2) é um sulfeto de cor amarelo avermelhado. Conforme foi detectado no EDS, é provável que a presença de S esteja relacionada com inclusões de sulfeto de cobre, indicando a origem da obtenção do metal.

Botão

Na análise macroscópica do botão, através do microscópio estereoscópico, podem-se observar na superfície do artefato diferentes tonalidades de produtos de corrosão, como a coloração verde claro, verde escuro e regiões avermelhadas, como mostra a Figura 18.



Figura 18 - Imagem obtida através do microscópio estereoscópico do botão, mostrando produtos de corrosão de diferentes colorações como verde claro e escuro e regiões avermelhadas

Através da imagem radiográfica, mostrada na Figura 19, foi possível visualizar os detalhes tecnológicos e as partes constituintes do artefato.

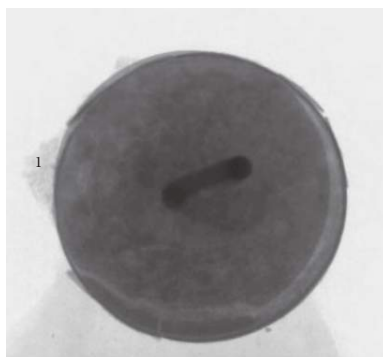


Figura 19 - Imagem de uma radiografia positiva do botão, mostrando a estrutura da peça e suas partes constituintes. O Ponto 1 indica a região mineralizada, de menor densidade.

Verificou-se que a montagem do botão de formato arredondado é constituída de duas partes que se encaixam, uma côncava e outra reta, e um pé arredondado, utilizado para a costura na roupa. Também foi possível visualizar a extensão das regiões mineralizadas (mais claras - ponto 1) e algumas fissuras nas bordas.

Imagens em 3D geradas pelo programa CTvox do botão são mostradas na Figura 20 (a e b).

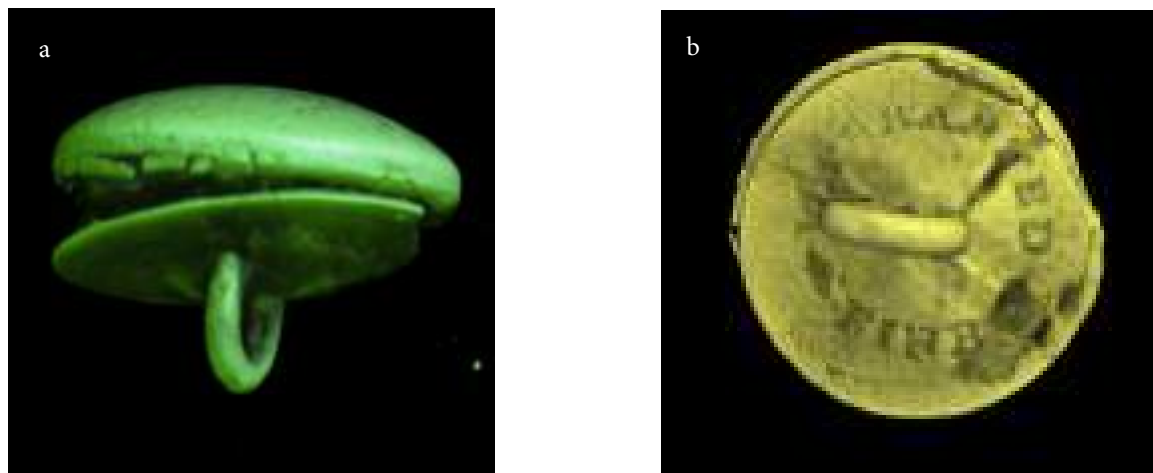


Figura 20 - Imagens em 3D geradas pelo programa CTvox de um botão de cobre, (a) em vista lateral e (b) de frente, lado plano.

Pela MicroCT, pode-se obter uma melhor visualização em 3D do artefato, mostrando o desencontro das duas partes deslocadas que constituem o botão, as fissuras e as rachaduras nas bordas. Observa-se também, com mais detalhes, o formato do pé arredondado para a costura. No lado plano do botão, é possível visualizar uma parte da inscrição, que não é visível a olho nu, coberta pelos produtos de corrosão, com letras como F, I, N, B...W ... B, D. A inscrição, provavelmente, está relacionada à marca do fabricante, de possível procedência inglesa.

A morfologia do lado plano do botão, na região interna da parte côncava, pode ser identificada por MEV, mostrada na Figura 21, a seguir.

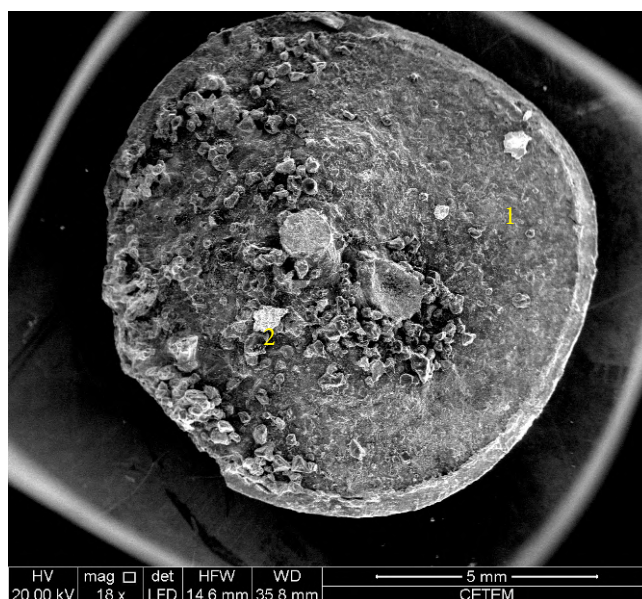


Figura 21 - Imagem em elétrons secundários obtida por MEV para o botão. Os pontos 1 e 2 indicam as regiões em que foram realizadas as microanálises por EDS

Podem-se notar irregularidades na superfície e uma área clara destacada do metal, que corresponde a um material branco que se encontra na junção das duas faces do botão.

A Figura 21 mostra regiões em que foram realizadas as microanálises por EDS, a matriz e a área mais clara. Essas áreas são respectivamente indicadas pelos números 1 e 2. O espectro EDS, obtido da superfície na área identificada com o número 1, na Figura 21, é apresentado na Figura 22a, enquanto que o espectro correspondente à região mais clara no ponto 2 corresponde à Figura 22b.

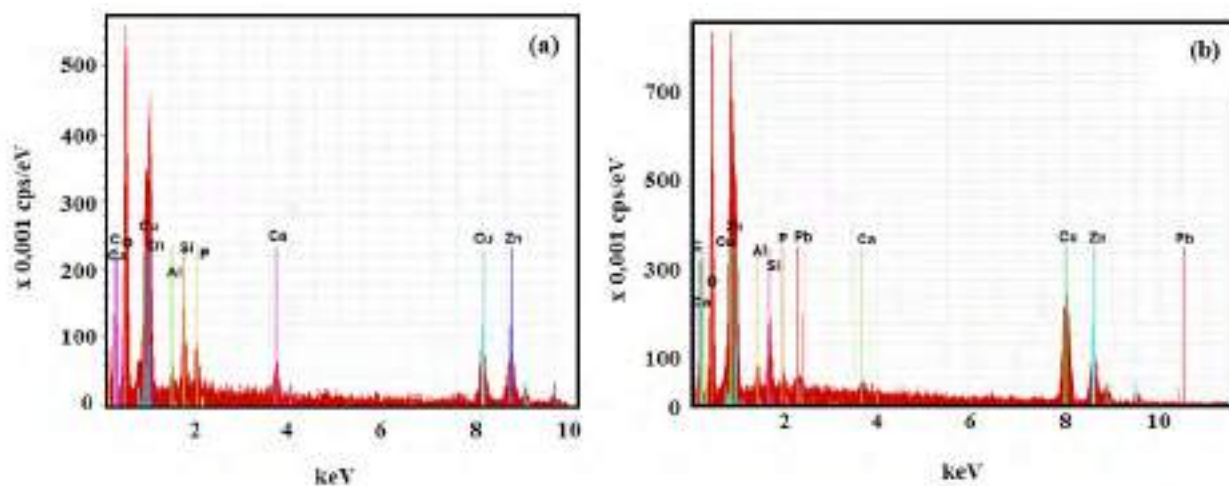


Figura 22 - Espectros de EDS referentes ao Botão: a) Ponto 1; b) Ponto 2.

Na Figura 22, observa-se que o Cu aparece com intensidades diferentes nos dois espectros a e b. Em ambos os espectros foram detectados os elementos Cu, Zn, C, Ca, Al, Si, P e O, enquanto apenas na região mais clara foi detectado o Pb. O material metálico original utilizado possivelmente se trata de uma liga de cobre e zinco, um latão, com um pequeno percentual de chumbo, geralmente adicionado para melhorar a conformabilidade dessa liga (SMITH, 1999). Provavelmente a presença de Al e Si é decorrente de partículas do solo e o P está relacionado com a proximidade da peça ao enterramento.

O difratograma da superfície da parte branca do material (Figura 2c), mostrado na Figura 23, detectou as seguintes fases: gerardita ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{NO}_3$), de coloração verde transparente, e a esteatita ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), de coloração branca, que corresponde ao talco.

Provavelmente o talco foi utilizado como recheio do botão constituído de uma estrutura metálica. O produto de corrosão identificado (gerardita), que contaminou o recheio de talco, mostra a presença de compostos de nitrogênio no solo que reagiram com as partes metálicas do botão.

A Figura 24, a seguir, apresenta o difratograma de raios-X da superfície do botão.

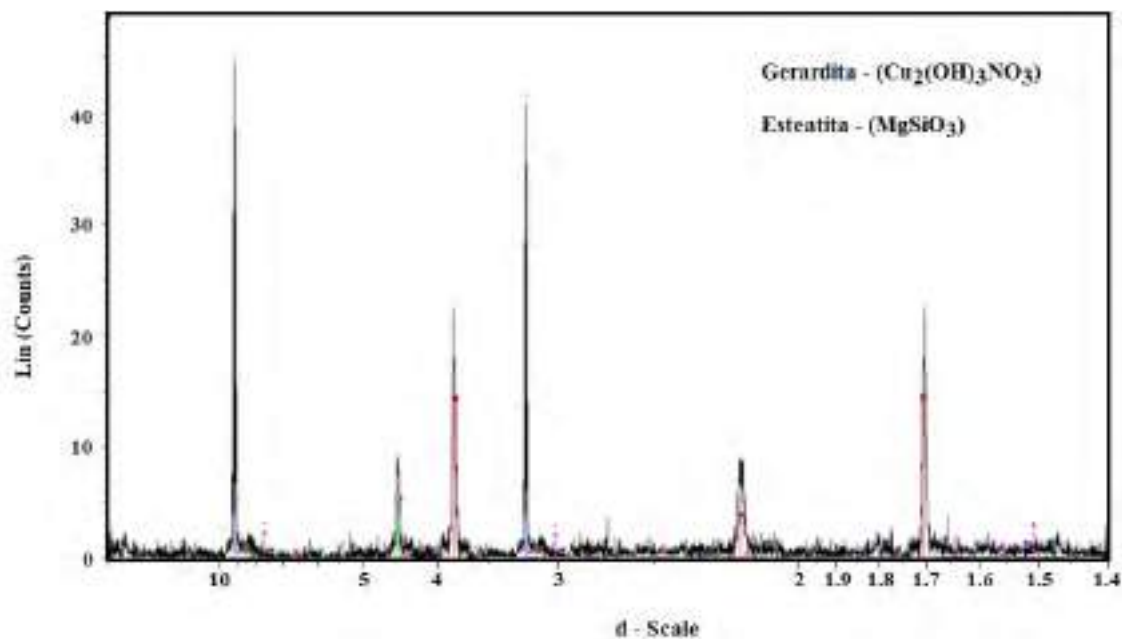


Figura 23 - Difratoograma (Cu $K\alpha$) referente à região branca do Botão. Foram identificadas as fases Gerardita e a Esteatita

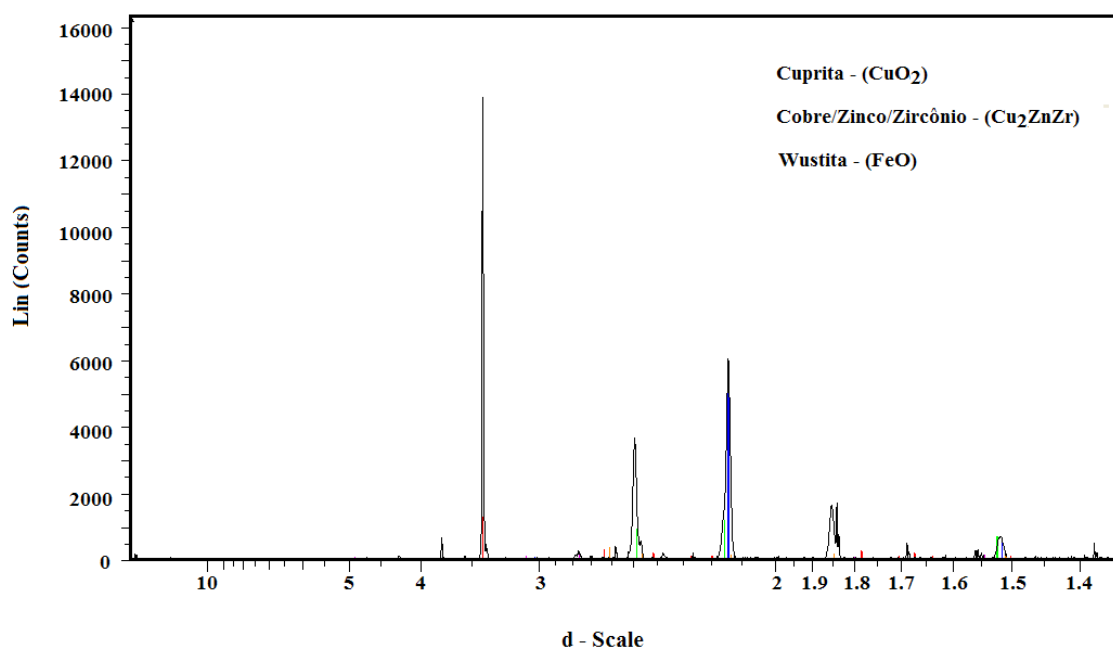


Figura 24 - Difratoograma (Cu $K\alpha$) referente ao Botão. Foram identificadas as fases cobre, cuprita, zinco, e wustita

Foram identificados picos que correspondem possivelmente às fases cobre, cuprita, zircônio, zinco e Wustita. Conforme foi visualizado no microscópio estereoscópico, a região de coloração avermelhada corresponde à cuprita (Cu_2O).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de variadas técnicas analíticas não invasivas contribuiu para a preservação dos artefatos estudados. Possibilitou caracterizar, reconstruir a morfologia original, revelar informações encobertas pelos produtos de corrosão, identificar técnicas de fabricação e grau de deterioração. Através dessas informações, pode-se elaborar uma proposta mais adequada de como realizar o tratamento, acondicionamento e exposição dos artefatos. Em vista disso, ressalta-se a importância de estabelecer um bom diálogo entre os operadores dos equipamentos e o conservador para a melhor realização dessas análises e interpretação dos resultados. Este deverá oferecer aos operadores o máximo de informações sobre o artefato e o seu contexto, além das questões que queira resolver através das análises.

A presente pesquisa pode inferir que os artefatos estudados sejam de cobre (colchete e o crucifixo) e latão (botão), e provavelmente de procedência europeia, confirmando os dados da pesquisa histórica (CAMPOS; GRANATO. 2015). A presença de P nos espectros de EDS dos três artefatos pode estar relacionada com a proximidade com os enterramentos, o que é prejudicial para a conservação dos mesmos. Nenhuma das peças tem a camada original totalmente preservada, apresentando alterações nas suas morfologias. No entanto, as radiografias realizadas apontam que os artefatos não estão inteiramente mineralizados. A presença de nantoquita no colchete indica que o material está em condições instáveis e, por isso, deve ser acondicionado separadamente dos outros materiais e mantido em uma UR abaixo de 35% (LOGAN, 2007) ou até 15% (NATIONAL MUSEUM OF ICELAND, 2012).

Destaca-se a importância da caracterização do artefato antes da limpeza mecânica ou apenas que sejam realizadas leves escovadelas para retirar o excesso de sedimento, pois uma limpeza mais invasiva poderia ocasionar perda de informações importantes, a partir de fragmentos que seriam removidos, como o exemplo do possível recobrimento de prata identificado no colchete. O crescimento do produto de corrosão não é linear com o tempo e a sua formação pode ocorrer em algumas centenas de anos, pela interação da composição do metal com as condições de contorno. Dessa forma, pode-se deduzir que os produtos de corrosão dos artefatos estudados constituem período razoável de tempo, compatível com a datação relativa do sítio arqueológico.

As técnicas arqueométricas aqui empregadas contribuíram para a identificação dos artefatos arqueológicos metálicos que, de outra forma, não seria possível caracterizá-los a olho nu, evidenciando a importância da sistemática de um trabalho experimental.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - e da Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa, no Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ - para o desenvolvimento das pesquisas, assim como às instituições que colaboraram para esses estudos, possibilitando a realização das diversas análises (CETEM, PUC-Rio, COPPE/UFRJ).

REFERENCIAS

- ANTELO, Tomas; BUESO, Mirim; GABALDON, Aracel; COSTEA, Antonio Martin. *La técnica radiográfica en los metales históricos*. Madrid: IPCE, MINISTERIO DE CULTURA, 2010.
- BERTHOLON, Régis. Archaeological metal artefacts and conservation issues: long-term corrosion studies. In: DILLMANN, P.; WATKINSON, D.; BÉRANGER, G.; PICCARDO, P.; MATTHIESEN, H. (Orgs.). *Corrosion of Cultural Heritage Metallic Artefacts*. Number 48. Cambridge: European Federation of Corrosion Publications, 2007. p. 31-40
- BRADLEY, Susan M.. Do objects have a finite life? In: KNELL, Simon. *Care of Collections*. Leicester Readers in Museum Studies, London: Routledge Ed., chapter 6, 1994. p. 51-59.
- CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; GRANATO, Marcus. A Preservação de Coleções Científicas de Objetos Arqueológicos Metálicos. In: GRANATO, Marcus (Org.). *Museologia e Patrimônio*. Série MAST: 30 anos de pesquisa, v.1. Rio de Janeiro: Mast, 2015. p. 269-298.
- CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; GRANATO, Marcus. *Cartilha de Orientações Gerais para Preservação de Artefatos Arqueológicos Metálicos*. Rio de Janeiro: MAST, 2015.
- CARVALHO, Orlindo José. *Templos Católicos do Rio de Janeiro - Manual*. Rio de Janeiro: Leitura Dinâmica Distribuidora de Livros LTDA., 2009.
- CHILDS, Terry S.; SULLIVAN, Lynne P.. *Curating Archaeological Collections: from the field to the repository*. Oxford: Altamira Press, 2003.
- CILIBERTO, Enrico; SPOTO, Giuseppe (Eds.). Modern Analytical Methods in Art and Archaeology. Chemical Analysis. In: WINEFORDNER, J. D. (Ed.). *Chemical Analysis. A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Applications*, v.155, New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- COARACY, Vivaldo. *Memórias da Cidade do Rio de Janeiro*. Quatro Séculos de Histórias. 1ª. Edição, Rio de Janeiro, 2008.
- COSTA, Virginia. Ligas Metálicas: Estrutura Propriedades e Conservação de Objetos Culturais. In: SILVA, Armando Coelho Ferreira da; HOMEM, Paula Menino (Orgs.). *Ligas Metálicas Investigação e Conservação*. Porto: Universidade do Porto, 2008. p.15-28.
- CRONYN, Janey M. *The Elements of Archaeological Conservation*. London: Routledge, 2001.
- JONES, David M.. *Guidelines on the X-radiography of archaeological metalwork*. English Heritage, 2006. Disponível em: <<https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/x-radiography-of-archaeological-metalwork/xradiography.pdf/>>. Acesso em: 10 mai. 2018.
- HOBBS, Richard; HONEYCOMBE, Celia; WATKINS, Sarah. *Guide to Conservation for Metal Detectorists*. Charleston, SC: Tempus Publishing Ltd. 2002.
- LAGO, Dalva C. B. do; MIRANDA, Luiz R. M. de; CHÃ, Michelle S. V.; VIANA, Leonardo S. Estudo de revestimentos para monumentos de bronze expostos à atmosfera da cidade do Rio de Janeiro, julho de 2005. In: GRANATO, Marcus (Org.). Congresso Latino-Americano de Restauração de Metais, 2., 2005, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: MAST, 2005, p. 119-131. Disponível em: <http://www.mast.br/pdf/anais_2_congresso_latino_americano_de_restauracao_de_metais.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2018.
- MEYER-ROUDET, Hélène. *A la recherche du metal perdu*. Nouvelles technologies dans la restauration des métaux archéologiques. Paris: Editions Errance, 1999.

- MURDOCK, Cynthia; JOHNSON, Jessica; SULLIVAN, Brigid. Curatorial Care of Archeological Objects. In: *Appendix I: National Park Service Museum Handbook, Part I - Museum Collections*, NPS, Washington, DC, 2001. p. 01-15. Disponível em: <<https://www.nps.gov/museum/publications/MHI/AppendI.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- NATIONAL MUSEUM OF ICELAND. *Guidelines on the Care of Archaeological Artefacts*. Þjóðminjasafn Íslands, 2012.
- PAÏN, Silvia. *Conditionnement et Stockage À Long Terme des Collections*. Service archéologique départemental des Yvelines (SADY), 2012. Disponível em: <http://archeologie.yvelines.fr/IMG/pdf/tableau_stockage.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- PEDELI, Conrado; PULGA, Stefano. *Conservation Practices on Archaeological Excavation. Principles and Methods*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013.
- RODGERS, Bradley A.. *The Archaeologist's Manual for Conservation: A Guide to Non-Toxic, Minimal. Intervention Artifact Stabilization*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2004.
- ROBBIOLA, Luc; HURTEL, Loïc-Pierre. Standard nature of the passive layers of buried archaeological bronze: The example of two Roman half-length portraits. In: METAL 95: International Conference on Metals Conservation, MacLeod I., Pennec S. & Robbiola L. Editors, London: James & James Science Pub., 1997. p. 109-117.
- ROTROFF, Susan I.. Archaeologists on Conservation: How Codes Of Archaeological Ethics And Professional Standards Treat Conservation. *JAIC*, v.40, p.137-146, 2001.
- WATKINSON, David. Preservation of metallic cultural heritage. In: COTTIS, R. A. (Ed.). *Shreir's Corrosion*. 4th ed., v. 4. London: Elsevier, 2010. p. 3307-3340
- SCHWEIZER, François. Bronze Objects from Lake Sites: From Patina to "Biography". In: SCOTT, David A.; PODANY, Jerry; CONSIDINE, Brian B. (Orgs.). *Ancient & Historic Metals: Conservation and Scientific Research*. Edited by, Getty Conservation Institute, 2007. Disponível em: <<http://d2aohiyo3d3idm.cloudfront.net/publications/virtuallibrary/0892362316.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018.
- SCOTT, David A.. *Copper and Bronze in Art: Corrosion, Colorants, Conservation*. Los Angeles: Ed. The Getty Conservation Institute, 2002.
- SELWYN, Lyndsie. *Metals and Corrosion: a handbook for the conservation professional*. Canada: Canadian Conservation Institute, 2004.
- SMITH, W. F. *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1999.

Recebido em: 12/05/2018

Aprovado em: 06/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

**ARQUEOMETRIA E O SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO CANTAGALO I:
UMA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO COMO MODELO PARA A AMÉRICA
DO SUL**

***ARCHAEOOMETRY AND THE ARCHAEOLOGICAL SITE PEDRA DO CANTAGALO
I: A RESEARCH STRATEGY AS MODEL FOR SOUTH AMERICA***

Luis Carlos Duarte Cavalcante

Como citar este artigo:

CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte. Arqueometria e o sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I: uma estratégia de investigação como modelo para a América do Sul. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 315-326, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Arqueometria e o sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I: uma estratégia de investigação como modelo para a América do Sul

Luis Carlos Duarte Cavalcante*

Resumo: A Pedra do Cantagalo I é um sítio arqueológico localizado na área rural do município de Piripiri, estado do Piauí, Brasil. Consiste em um abrigo sob-rocha arenítica, cujas saliências e reentrâncias estão decoradas com mais de 1.950 pinturas rupestres representando figuras abstratas, propulsores de dardos, carimbos de mãos humanas, antropomorfos e zoomorfos, realizados em padrões policromáticos. Além da elevada densidade de inscrições pré-históricas e da policromia, esse sítio também se destaca pela recorrência dos motivos pintados e pela sobreposição deles entre si. Nos sedimentos superficiais foram encontrados fragmentos cerâmicos, líticos e ocre. Carvões residuais encontrados em fogueiras bem estruturadas, evidenciadas em recentes escavações neste abrigo, foram datados pelo método do ^{14}C como sendo de 1.180 ± 30 anos antes do presente; em estratigrafia também foram evidenciados materiais cerâmicos, líticos e ocre vermelhos e amarelos. Neste artigo são reportadas as estratégias analíticas de campo e de laboratório utilizadas na investigação desse importante sítio arqueológico e dos testemunhos de atividade humana pré-histórica nele existentes ou coletados. Os exames físicos, a caracterização químico-mineralógica dos materiais, o monitoramento das condições ambientais e as prospecções no entorno foram primordiais.

Palavras-Chave:

Pinturas rupestres; Ocre; Cerâmica arqueológica; Arqueologia; Arqueometria.

Abstract: Pedra do Cantagalo I is an archaeological site located in the rural area of the municipality of Piripiri, Piauí state, Brazil. It consists of a sandstone shelter decorated with more than 1,950 rupestrian paintings representing abstract figures, spear-throwers, human handprints, and anthropomorphic and zoomorphic figures in polychromatic patterns. In addition to the high density of prehistoric inscriptions and polychrome paintings, this site also stands out due to the recurrence of painted motifs and to the overlapping of the paintings. Ceramic materials, lithics and ochres were found in the sediments. Residual charcoals found in remnants of well-structured hearths, as recently evidenced from excavations in this shelter were AMS (accelerator mass spectrometry) ^{14}C -dated as being from $1,180 \pm 30$ years before present; in stratigraphy, ceramic materials, lithics and red and yellow ochres were also evidenced. In this paper the field and laboratory analytical strategies used in the investigation of this important archaeological site are report as well as the evidence of prehistoric human activity contained within or collected from the site. The investigative techniques included physical examinations of the site, chemical-mineralogical characterization of the materials, monitoring of the environmental conditions and prospections in nearby areas.

Keywords:

Rupestrian paintings; Ochres; Archaeological ceramics; Archaeology; Archaeometry.

* Doutor em Ciências – Química, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. Professor da Universidade Federal do Piauí, Teresina (UFPI), Brasil. Bolsista de Produtividade em Pesquisa, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil. E-mail: cavalcanteufpi@yahoo.com.br

O SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO CANTAGALO I: UMA BREVE DESCRIÇÃO GERAL

A Pedra do Cantagalo I é um grande abrigo rochoso esculpido por erosão diferencial em arenito típico da Formação Cabeças (de idade Devoniana, com a base no estágio Givetiano e o topo atingindo a porção inferior do estágio Fameniano), Membro Oeiras, localizado na área rural do município de Piripiri, no Norte do estado do Piauí, em um pequeno povoado conhecido como Jardim (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010). É exatamente nas paredes, reentrâncias e saliências rochosas desse abrigo que se encontram mais de 1.950 pinturas rupestres, representando figuras abstratas (a maioria com tendência geométrica), carimbos de mãos humanas, zoomorfos, propulsores de dardos e alguns poucos antropomorfos, nas cores preta, amarela, cinza, branca, rosa, vinho, alaranjada e, majoritariamente, em diferentes tonalidades da cor vermelha (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010; Figura 1). Os painéis pictóricos apresentam (i) expressiva densidade de pinturas rupestres, distribuídas desde a base aflorante do abrigo rochoso até aproximadamente 7,2 metros de altura do solo atual, (ii) frequente recorrência das figuras representadas e (iii) sobreposição dos grafismos entre si (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010).



Figura 1: Detalhes das pinturas rupestres do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I.

Harmonicamente, gravuras rupestres também dividem espaço com as pinturas pré-históricas supramencionadas, tanto no piso rochoso quanto nas paredes areníticas, contudo em número expressivamente menor, destacando-se o fato de algumas estarem pintadas (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010). No piso e em algumas plataformas rochosas da área abrigada pontilham dezenas de pilões, presumidamente utilizados para a maceração de ervas e alimentos ou para a eventual preparação de materiais pictóricos (CAVALCANTE et al., 2014).

Nos sedimentos superficiais, em especial da área protegida sob o teto do abrigo arenítico, foram encontrados diversos vestígios de cultura material, nomeadamente fragmentos cerâmicos exibindo diferentes padrões de queima (Figura 2), líticos lascados e polidos, pigmentos minerais vermelhos (Figura 2) e um moedor impregnado com resíduos de pigmentos amarelos e vermelhos (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010; CAVALCANTE et al., 2014).



Figura 2: Ocre vermelho e caco cerâmico *in situ* nos sedimentos superficiais do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I.

Além da coleção excepcional de registros rupestres, a ampla diversidade de vestígios arqueológicos existentes no abrigo Pedra do Cantagalo I conferem a este sítio valor e importância únicos nas pesquisas de arte rupestre do Centro-Norte do Piauí. Portanto, ele é naturalmente um sítio chave para o conhecimento dos grupos humanos pré-históricos da área arqueológica de Piri-piri e, conseqüentemente, a preservação deste patrimônio pré-histórico é de importância primordial e representa um grande desafio. (CAVALCANTE et al., 2014, p. 49).

A exposição a intempéries naturais ao longo do tempo, no entanto, gerou diversos e graves problemas de conservação, muitos deles intensificados pelas intervenções humanas nas últimas décadas. O arenito que serve de suporte às inscrições pré-históricas encontra-se em avançado estado de degradação.

UMA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO

Historicamente, o sítio Pedra do Cantagalo I foi registrado pelos pesquisadores do Núcleo de Antropologia Pré-Histórica (NAP) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) em outubro de 1997 (IPHAN-UFPI-FUNDEC, 1997), contudo, começou a ser investigado contínua e sistematicamente apenas a partir de outubro de 2009 (CAVALCANTE et al., 2014). Desde então, uma estratégia investigativa com diversas frentes de atuação tem sido implementada, em um esforço para obter um acervo de dados experimentais a partir do qual evidências suficientemente consistentes e seguras possam possibilitar o acesso à pré-história desse sítio arqueológico. Os diversos tipos de abordagens empreendidas são descritos a seguir.

Levantamento geral do sítio arqueológico

O levantamento geral do sítio arqueológico constou de: obtenção das coordenadas geográficas; altimetria em relação ao nível médio do mar; direção geográfica da abertura da área decorada com as inscrições rupestres; catalogação de diversos aspectos, como tipo de suporte rochoso; divisão das concentrações das inscrições rupestres em painéis pictóricos; determinação geral das alturas mínima e máxima dos registros gráficos em relação ao solo atual; dimensionamento dos painéis pictóricos e da área decorada como um todo; e preenchimento de fichas técnicas e atualização dos dados cadastrais (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010).

Como parte desta etapa dos trabalhos, também foi realizada a identificação da vegetação que floresce no bloco arenítico no qual o abrigo rochoso encontra-se esculpido, e em seu entorno imediato, do mesmo modo que foi feito o levantamento da fauna que habita ou frequenta o sítio arqueológico (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010). O auxílio dos moradores locais mais próximos ao abrigo rupestre foi objetivamente de grande importância em todas as expedições de campo.

Levantamento das inscrições rupestres pré-históricas

O levantamento das inscrições rupestres consistiu no detalhamento de aspectos como os tipos de figuras que aparecem representadas, as cores usadas pelos autores pré-históricos para a confecção das inscrições; a quantidade de figuras que é possível discernir atualmente; as dimensões dos grafismos; a largura média dos traços gráficos; a recorrência das figuras; a ocorrência ou não de sobreposições de figuras ou de manchas de tinta entre si; o registro fotográfico panorâmico e de detalhes das inscrições, com e sem escala (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010). Nesta etapa também foi incluído o levantamento das gravuras rupestres e dos pilões existentes nas plataformas e no piso arenítico do abrigo rochoso.

Levantamento dos problemas de conservação

O levantamento dos principais problemas de conservação que agredem o sítio arqueológico como um todo, e em especial a integridade das inscrições rupestres, considerou diversos aspectos como a ocorrência ou não de fissuras/trincas no arenito suporte; escamações da fina película protetora da superfície da área rochosa com erosão alveolar, sobre a qual comumente as pinturas rupestres são encontradas em sítios arqueológicos; deslocamentos do arenito, quando blocos maiores se desprendem do substrato rochoso; identificação de biodepósitos, como ninhos de insetos construtores (vespas de diferentes espécies, cupins, etc.), dejetos de animais (como mocós, gados bovinos, caprinos e ovinos, etc.); ocorrência ou não de eflorescências salinas, tanto causadas por drenagens de água de chuvas quanto resultantes de migração do interior do arenito suporte; manchas de cores variadas, causadas por microrganismos, briófitas, deposição de fuligem (oriunda de queimadas pontuais no próprio bloco rochoso ou em suas proximidades), ou resultantes de pontos de drenagens de águas de chuva ou com origem em infiltrações; plantas presas ao substrato rochoso (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010). Além dos mais variados problemas de conservação de origem natural, investigaram-se também os resultantes de intervenções humanas, intencionais ou não, recentes, como pichações pintadas, riscadas ou gravadas; lixo deixado pelos visitantes; manchas causadas por deposição de fuligem; dejetos deixados pelos animais dos moradores da vizinhança, como gados caprinos, ovinos e bovinos; supressão de vegetação nativa para a realização de atividades agropastoris; revolvimento do solo nas proximidades, para a abertura de caieiras e produção de carvão vegetal; entre outros (CAVALCANTE; RODRIGUES, 2010).

Coleta de microamostras contendo filmes de tinta de pinturas rupestres e de eflorescências salinas

A coleta de microamostras de rocha contendo filmes de tinta de pinturas rupestres foi realizada de modo a contemplar representativamente o máximo de cores e tonalidades de tintas com as quais as figuras rupestres foram confeccionadas (CAVALCANTE, 2012). Uma amostra do substrato rochoso também foi coletada, objetivando conhecer a composição químico-mineralógica do suporte das inscrições pré-históricas. Adicionalmente, foram coletadas ainda amostras de eflorescências salinas, muitas das quais estão cobrindo quase integralmente algumas inscrições arqueológicas.

Coleta de vestígios arqueológicos nos sedimentos superficiais da área abrigada

Face ao perigo de iminente destruição ou extravio dos vestígios arqueológicos aflorantes nos sedimentos superficiais da área abrigada do sítio Pedra do Cantagalo I, decidiu-se pela coleta dos fragmentos cerâmicos, de alguns poucos líticos lascados e polidos, de raros blocos de ocre vermelhos, além de um moedor contendo resíduos de pigmentos amarelos e vermelhos (CAVALCANTE et al., 2014; Figura 3).



Figura 3: Moedor com resíduos de pigmentos amarelos e vermelhos encontrado *in situ* nos sedimentos superficiais do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I.

Abertura de sondagens nos sedimentos abrigados

A realização de uma pequena escavação constou da abertura de duas sondagens (uma de 2 m x 3 m (Figura 4) e outra de 1 m x 1 m) nos sedimentos abrigados do sítio Pedra do Cantagalo I, cujo objetivo primordial foi a evidência e coleta de vestígios arqueológicos eventualmente existentes em subsuperfície (CAVALCANTE et al., 2014). O interesse também centrou-se na busca por vestígios em contexto arqueológico mais preservado, além de materiais que possibilitassem a obtenção dos primeiros dados cronológicos para a ocupação humana antiga na área. Sedimentos arqueológicos também foram coletados, visando à prospecção de indicadores químicos de atividade humana pretérita (CAVALCANTE et al., 2014).

Abertura de poços-teste, para a obtenção de sedimentos estéreis

A abertura de poços-teste para a obtenção de sedimentos estéreis é um aspecto fundamental para a utilização de sedimentos arqueológicos como fontes de indicadores de ocupação humana pré-histórica. Portanto, poços-teste foram abertos no entorno imediato do abrigo Pedra do Cantagalo I, para a comparação de características químico-mineralógicas com os dados correspondentes obtidos para os sedimentos arqueológicos, tanto em termos espaciais quanto ao longo do perfil estratigráfico (CAVALCANTE; SILVA; RODRIGUES, 2016). O objetivo foi conhecer a constituição químico-mineralógica natural dos sedimentos da área (ao modo de um branco analítico), para então ter base de utilização segura dos sedimentos arqueológicos para a identificação de indicadores químicos arqueométricos, conforme mencionado.

Realização de exames físicos das amostras

Os exames físicos, usando estereomicroscópio de bancada e microscópio óptico digital portátil, constaram de observações detalhadas dos materiais arqueológicos coletados, realizadas com diferentes magnitudes de ampliação, para acesso aos mínimos detalhes morfológicos e topográficos das amostras (CAVALCANTE et al., 2014). O registro foi efetuado com a tomada de imagens digitais e a descrição minuciosa de todos os detalhes morfológicos acessados com cada aumento utilizado.



Figura 4: Sondagem 1, aberta no sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I.

No caso das microamostras contendo filmes de tinta de pinturas rupestres, o interesse foi (i) a observação da distribuição da tinta pré-histórica sobre a superfície arenítica; (ii) a avaliação da consistência da tinta; (iii) a ocorrência ou não de eflorescências salinas ou de outros depósitos de alteração sobre os filmes pictóricos, entre outros detalhes (SILVA; CAVALCANTE, 2017).

Em relação às cerâmicas arqueológicas, uma atenção especial foi direcionada para o exame (i) dos padrões de queima dos fragmentos investigados (CAVALCANTE; COSTA, 2014); para a identificação (ii) do tipo de pasta cerâmica utilizada na confecção das peças; (iii) dos aditivos eventualmente acrescentados às massas de argila, para a obtenção da plasticidade desejada; e (iv) do tipo de acabamento dado às superfícies interna e externa dos artefatos, entre outros aspectos (OLIVEIRA, 2013).

Uma consequência natural do exame dos fragmentos cerâmicos foi a realização de uma avaliação tipológica preliminar desses vestígios de cultura material, constando adicionalmente ao inventário; documentação fotográfica; confecção de desenhos; elaboração de fichas analíticas (OLIVEIRA, 2013).

Realização de análises químico-mineralógicas dos materiais arqueológicos

As características químicas, mineralógicas, hiperfinas, magnéticas e morfológicas dos materiais arqueológicos foram acessadas pela utilização de uma conjunção de técnicas analíticas, em especial não-destrutivas e preferencialmente com geometria adequada para análise de superfícies, como no caso dos filmes de tintas de pinturas rupestres.

Conforme mencionado, diversos tipos de materiais arqueológicos foram coletados, de modo que as análises arqueométricas abarcaram igualmente uma ampla gama de diferentes tipos de vestígios, tais como:

- Microamostras de rocha contendo filmes finos de tinta de pinturas rupestres (CAVALCANTE, 2012; CAVALCANTE; ALVES, 2014; CAVALCANTE; SILVA, 2014).
- Eflorescências salinas (CAVALCANTE, 2012).

- Ocre vermelhos e amarelos coletados dos sedimentos superficiais e das sondagens (CAVALCANTE, 2012; CAVALCANTE et al., 2017; SILVA, 2018).
- Fragmentos de cerâmicas arqueológicas coletados dos sedimentos superficiais e das sondagens (CAVALCANTE; COSTA, 2014);
- Paleossedimentos coletados nas sondagens arqueológicas e, comparativamente, as amostras de sedimentos estéreis dos poços-teste (CAVALCANTE; COSTA, 2015).

Entre as diversas técnicas analíticas utilizadas, constam (i) fluorescência de raios X por dispersão de energia; (ii) análise elementar de carbono por CHN; (iii) microscopia eletrônica de varredura; (iv) espectroscopia de energia dispersiva (inclusive com obtenção de mapas químicos); (v) espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier; (vi) espectroscopia de absorção molecular na região ultravioleta-visível; (vii) espectroscopia Mössbauer do ^{57}Fe em geometria de transmissão de raios gama; (viii) espectroscopia Mössbauer do ^{57}Fe em geometria de retroespalhamento de raios gama; (ix) espectroscopia Mössbauer do ^{57}Fe em geometria de elétrons de conversão; (x) difratometria de raios X em ângulo de incidência rasante; (xi) difratometria de raios X convencional pelo método do pó; (xii) espectroscopia Raman; e (xiii) magnetometria de amostra vibrante (CAVALCANTE, 2012; CAVALCANTE et al., 2014).

Obtenção dos primeiros dados cronológicos para o sítio Pedra do Cantagalo I

A evidenciação de três estruturas de combustão em uma das sondagens que foi aberta no abrigo Pedra do Cantagalo I e a abundância de carvões encontrados possibilitou a obtenção da primeira datação radiocarbônica para a ocupação humana pré-histórica desse sítio arqueológico, 1180 ± 30 anos antes do presente (Beta – 420913) (CAVALCANTE et al., 2017). Este é um dado primordial para melhor conhecer a pré-história do centro-norte do Piauí, pois ainda não há datações para outros sítios arqueológicos da área, mesmo se o entorno indireto do sítio Pedra do Cantagalo I for ampliado para um raio de aproximadamente 200 km; as únicas datações existentes para sítios arqueológicos próximos correspondem às problemáticas idades obtidas para alguns sítios cerâmicos junto ao litoral atlântico, no extremo norte piauiense (BORGES, 2010; ARAÚJO, 2014), além, obviamente, das abundantes datações obtidas para os sítios do Parque Nacional Serra da Capivara e do seu entorno (GUIDON; DELIBRIAS, 1986; PEYRE et al., 1998; LESSA; GUIDON, 2002; WATANABE et al., 2003; SANTOS et al., 2003; VALLADAS et al., 2003; KINOSHITA et al., 2008, 2014; PESSIS; GUIDON, 2009; GUIDON; LUZ, 2009; FAURE; GUÉRIN; LUZ, 2011).

As datações obtidas para o Sítio Seu Bode (BORGES, 2010), a partir de três fragmentos cerâmicos coletados em superfície: um com idade estimada entre 2.500 e 2.700 anos, outro entre 726 e 816 anos e o terceiro com uma idade de aproximadamente 410 anos, depõem a favor da problemática cronológica dos sítios arqueológicos do litoral piauiense. É o revolvimento contínuo dos vestígios em ambiente de dunas móveis ou semifixas que dispõe em um mesmo nível cerâmicas com cronologias tão distantes entre si, como 2.700 e 410 anos. O contexto arqueológico de uma área com essas características ambientais está, portanto, seriamente comprometido.

Prospecções de jazidas de pigmentos minerais e de massas de argila no entorno do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I

Uma vez que ocre e fragmentos cerâmicos foram encontrados tanto nos sedimentos superficiais quanto na subsuperfície do sítio Pedra do Cantagalo I, a realização de prospecções no entorno do bloco arenítico no qual o abrigo encontra-se esculpido constitui-se em um aspecto relevante, visando à identificação de jazidas de pigmentos minerais, que possam ter servido de precursores na preparação dos materiais pictóricos, e de jazidas de massas de argila, que possam ter servido de matéria-prima para a preparação das pastas cerâmicas usadas na confecção dos artefatos correspondentes.

Durante as prospecções realizadas, cinco jazidas de pigmentos minerais (SILVA; CAVALCANTE; FABRIS, 2017) e duas de massas de argila foram identificadas nas proximidades do sítio Pedra do Cantagalo I. Amostras dos pigmentos minerais dessas jazidas foram então coletadas e submetidas às mesmas medidas arqueométricas que foram implementadas para os ocre.

No caso das jazidas de massas de argila, amostras já foram coletadas para medidas experimentais futuras, usando as mesmas técnicas arqueométricas que foram implementadas para os fragmentos cerâmicos.

Mapeamento da malha hídrica do entorno do sítio Pedra do Cantagalo I

O mapeamento da malha hídrica do entorno do sítio Pedra do Cantagalo I constou do levantamento dos nascedouros (olhos d'água), córregos, riachos e rios da região. O interesse no mapeamento foi ter uma ideia das distâncias que os grupos humanos que ocuparam ou frequentaram o abrigo Pedra do Cantagalo I tinham que percorrer para ter acesso à água.

Um aspecto considerado importante no levantamento foi a identificação de pelo menos cinco olhos d'água nas proximidades do abrigo arqueológico, os quais alimentam continuamente vários veios d'água da região.

Mapeamento de outros sítios arqueológicos existentes do entorno do abrigo Pedra do Cantagalo I

O mapeamento de outros sítios arqueológicos eventualmente existentes do entorno do abrigo Pedra do Cantagalo I foi realizado com o intuito de compreender toda a ambiência arqueológica da área, visando prospectar eventuais correlações entre os padrões das inscrições rupestres (tipos de figuras representadas, cores utilizadas na confecção dos grafismos etc.) e os demais tipos de vestígios arqueológicos neles encontrados.

Monitoramento sazonal das condições ambientais do abrigo Pedra do Cantagalo I

O monitoramento sistemático sazonal das condições ambientais típicas da área em que o abrigo Pedra do Cantagalo I está inserido foi realizado por meio de medidas de temperatura do substrato arenítico (em áreas com e sem inscrições rupestres) e do ar ambiente, bem como pela medição da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos atuantes no sítio (CAVALCANTE; ALVES; SILVA, 2017). Entre os objetivos de tais medidas experimentais, constam obter as amplitudes térmicas do substrato rochoso e do ar, umidade relativa do ar ao longo do dia e em diferentes épocas do ano, para seleção das condições ambientes mais favoráveis à visita do sítio, e especialmente para tentar compreender como esses parâmetros afetam as condições de conservação do abrigo rochoso e das inscrições pré-históricas.

Monitoramento geral dos problemas de conservação em contínuas expedições a campo

O monitoramento geral para avaliar o avanço dos principais agentes, sobretudo naturais, que atuam na degradação do sítio Pedra do Cantagalo I, tem sido realizado em frequentes e contínuas expedições a campo, nas quais observações detalhadas e o registro fotográfico correspondente são efetuados.

Entre outubro de 2009 e agosto de 2017, vinte e quatro expedições foram realizadas ao sítio Pedra do Cantagalo I, ocasiões em que o monitoramento e a documentação fotográfica foram realizados.

Durante esse período foi possível observar que os problemas de conservação decorrentes da exposição do sítio às intempéries naturais ao longo do tempo têm mantido um certo equilíbrio e, de modo geral, alterações bruscas não foram registradas. Por outro lado, o contrário foi observado com os problemas de conservação que têm sua origem nas intervenções humanas, muitos dos quais mostraram avanço considerável e preocupante.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

O desenvolvimento contínuo e sistemático de diversos projetos de pesquisa no sítio Pedra do Cantagalo I tem focado a formação ou a qualificação de recursos humanos em seus diferentes níveis, como em (i) seis planos de trabalho de iniciação científica; (ii) quatro trabalhos de conclusão de curso de graduação; (iii) uma dissertação de mestrado; (iv) uma tese de doutorado; e (v) um plano de pesquisa de pós-doutorado.

PARCERIAS ACADÊMICO-CIENTÍFICAS

A colaboração acadêmico-científica com diversos pesquisadores de diferentes universidades e centros de pesquisa no Brasil e no exterior tem sido um aspecto central, sem o qual os avanços pretendidos nas análises arqueométricas do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I seriam consideravelmente mais lentos, em alguns casos impossíveis. Nesse sentido, sólidas parcerias acadêmico-científicas foram empreendidas com pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG, em Belo Horizonte, Minas Gerais), do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN; em Belo Horizonte, Minas Gerais), da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM; em Diamantina, Minas Gerais), da Universidade de Coimbra (UC; em Coimbra, Portugal) e da Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU; em Mainz, Alemanha).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A estratégia de pesquisa formulada para a investigação do sítio Pedra do Cantagalo I é ousada e desafiadora e diversas frentes de atuação ainda estão em pleno andamento. Trata-se de um sítio arqueológico contendo diversos tipos de materiais arqueológicos, cada um com natureza e complexidade próprias, exigindo do cientista múltiplos olhares.

Do ponto de vista da arqueometria, os exames físicos e as análises química, mineralógica, hiperfina, magnética e morfológica dos materiais arqueológicos revelam múltiplos desafios experimentais e exigem estratégias analíticas por conjunção de um número relativamente amplo de técnicas espectroscópicas, preferencialmente não-destrutivas. Na vasta maioria das vezes, as amostras são estruturalmente complexas, dos pontos de vista da nanomorfologia, têm amplas distribuições dos pequenos tamanhos das partículas, com estruturas química, cristalográfica, magnética e hiperfina que requerem interpretações, mais comumente, bem especiais, para se obter descrições fundamentais consistentes.

Algumas das técnicas analíticas utilizadas na investigação dos filmes de tinta de pinturas rupestres pré-históricas são mundialmente inéditas para esse tipo de material arqueológico, como é o caso da espectroscopia Mössbauer do ^{57}Fe em geometria de elétrons de conversão e da difratometria de raios X em ângulo de incidência rasante.

A adequada montagem do quebra-cabeças de informações obtidas do campo e do laboratório, capaz de contar a história dos grupos humanos antigos, é uma tarefa desafiadora.

No caldeirão de possibilidades analíticas, a arqueometria (que corresponde à aplicação de técnicas de exames e de análises, químicas, físicas ou biológicas, na investigação de materiais arqueológicos) tem um papel fundamental, uma vez que revela informações e detalhes nem sempre visualmente observáveis. Dados químicos e mineralógicos, por exemplo, não seriam obtidos de outra maneira se não fosse por meio de ferramentas analíticas, por exemplo, espectrométricas e difratométricas de raios X.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro (processos 487148/2013-4 e 313431/2017-5); à Universidade Federal do Piauí (UFPI), pelo auxílio com transporte em algumas viagens de campo; à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo auxílio financeiro que possibilitou a compra do espectrômetro Mössbauer MIMOS II; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelos auxílios financeiros, que possibilitaram a compra de vários equipamentos da UFMG, utilizados na investigação de amostras do sítio Pedra do Cantagalo I; ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), pelas análises de EDXRF, DRX, Mössbauer e VSM; à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelas medidas de FTIR, CHN e Mössbauer; à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pelas medidas de CHN e DRX; aos estudantes de IC: Andrews A Rodrigues, Yana RV Alves, Elnathan NL Costa, Heralda KSB Silva; aos estudantes de TCC: Petherson F Oliveira, Andrews A Rodrigues, Heralda KSB Silva, Elnathan NL Costa; à estudante de Mestrado: Heralda KSB Silva.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Igor Linhares de. O que os olhos não veem, os dados revelam: estudo arqueométrico de cerâmicas arqueológicas do sítio Lagoa do Portinho I. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- BORGES, Jóina Freitas. Os senhores das dunas e os adventícios d'além-mar: primeiros contatos, tentativas de colonização e autonomia Tremembé na costa leste-oeste (séculos XVI e XVII). Tese (Doutorado em História) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte. Caracterização arqueométrica de pinturas rupestres pré-históricas, pigmentos minerais naturais e eflorescências salinas de sítios arqueológicos. Tese (Doutorado em Ciências – Química) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; ALVES, Yana Raquel Viana. Caracterização mineralógica de pinturas rupestres do sítio Pedra do Cantagalo I por espectroscopia Raman. Relatório Final de Iniciação Científica – Edital PIBIC-CN-Pq-UFPI 2013-2014. Teresina: CPES-PROPESQ-UFPI, 2014.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; ALVES, Yana Raquel Viana; SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra. Avaliação in situ dos problemas de conservação do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I. *Rupestreweb*, 2017.1, p. 1-13, 2017.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; COSTA, Elnathan Nicolás Lima da. Análise arqueométrica de paleossedimentos do sítio Pedra do Cantagalo I: uma busca por marcadores químico-mineralógicos de atividade humana antiga. Relatório Final de Iniciação Científica – Edital PIBIC-CNPq-UFPI 2014-2015. Teresina: CPES-PROPESQ-UFPI, 2015.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; COSTA, Elnathan Nicolás Lima da. Caracterização química e mineralógica dos restos cerâmicos do sítio Pedra do Cantagalo I. Relatório Final de Iniciação Científica – Edital ICV-UFPI 2013-2014. Teresina: CPES-PROPESQ-UFPI, 2014.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; RODRIGUES, Andrews Araújo. Arte rupestre e problemas de conservação da Pedra do Cantagalo I. *International Journal of South American Archaeology*, n. 7, p. 15-21, 2010.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; RODRIGUES, Andrews Araújo; COSTA, Elnathan Nicolás Lima da; SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra; RODRIGUES, Pablo Roggers Amaral; OLIVEIRA, Petherson Farias de; ALVES, Yana Raquel Viana; FABRIS, José Domingos. Pedra do Cantagalo I: uma síntese das pesquisas arqueológicas. *Arqueología Iberoamericana*, v. 23, p. 45-60, 2014.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra da. Análise de pinturas rupestres do abrigo Pedra do Cantagalo I usando o espectrômetro Mössbauer miniaturizado MIMOS II. Relatório Final de Iniciação Científica – Edital PIBIC-CNPq-UFPI 2013-2014. Teresina: CPES-PROPESQ-UFPI, 2014.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra da; FABRIS, José Domingos; ARDISSON, José Domingos. Red and yellow ochres from the archaeological site Pedra do Cantagalo I, in Piripiri, Piauí, Brazil. *Hyperfine Interactions*, v. 238, n. 1, p. 22.1-22.7, 2017.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra da; RODRIGUES, Andrews Araújo. Pedra do Cantagalo I: o desafio de preservar um patrimônio arqueológico. *Vox Musei Arte e Patrimônio*, v. 1, n. 2, p. 14-22, 2016.
- FAURE, Martine; GUÉRIN, Claude; LUZ, Maria de Fátima da. Les parures des sépultures préhistoriques de l'abri-sous-roche d'Enoque (Parc National Serra das Confusões, Piauí, Brésil). *Anthropozoologica*, v. 46, n. 1, p. 27-45, 2011.

- GUIDON, N.; DELIBRIAS, G. Carbon-14 dates point to man in the Americas 32,000 years ago. *Nature*, v. 321, p. 769-771, 1986.
- GUIDON, Niède; LUZ, Maria de Fátima da. Sepultamentos na Toca do Enoque (Serra das Confusões-Piauí). *Fundamentos*, n. 8, p. 115-123, 2009.
- IPHAN-UFPI-FUNDEC. Cadastramento e mapeamento dos sítios arqueológicos do Piauí – Relatório de Atividades da 4a Etapa. Teresina: NAP-UFPI/IPHAN, 1997.
- KINOSHITA, A.; FIGUEIREDO, A. M. G.; FELICE, G. D.; LAGE, M. C. S. M.; GUIDON, N.; BAFFA, O. Electron spin resonance dating of human teeth from Toca da Santa shelter of São Raimundo Nonato, Piauí, Brazil. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, v. 266, p. 635-639, 2008.
- KINOSHITA, Angela; SKINNER, Anne R.; GUIDON, Niède; IGNACIO, Elaine; FELICE, Gisele Daltrini; BUCO, Cristiane de A.; TATUMI, Sonia; YEE, Márcio; FIGUEIREDO, Ana Maria Graciano; BAFFA, Oswaldo. Dating human occupation at Toca do Serrote das Moendas, São Raimundo Nonato, Piauí-Brasil by electron spin resonance and optically stimulated luminescence. *Journal of Human Evolution*, v. 77, p. 187-195, 2014.
- LESSA, Andrea; GUIDON, Niède. Osteobiographic analysis of skeleton I, Sítio Toca dos Coqueiros, Serra da Capivara National Park, Brazil, 11,060 BP: first results. *American Journal of Physical Anthropology*, v. 118, p. 99-110, 2002.
- OLIVEIRA, Petherson Farias de. Análise tipológica preliminar da cultura material do sítio Pedra do Cantagalo I e seu entorno. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arqueologia e Conservação de Arte Rupestre) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.
- PESSIS, Anne-Marie; GUIDON, Niède. Dating rock art paintings in Serra de Capivara National Park - combined archaeometric techniques. *Adoranten*, p. 49-59, 2009.
- PEYRE, Evelyne; GUÉRIN, Claude; GUIDON, Niède; COPPENS, Yves. Des restes humains pléistocènes dans la grotte du Garrincho, Piauí, Brésil. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, v. 327, p. 335-360, 1998.
- SANTOS, G. M.; BIRD, M. I.; PARENTI, F.; FIFIELD, L. K.; GUIDON, N.; HAUSLADEN, P. A. A revised chronology of the lowest occupation layer of Pedra Furada Rock Shelter, Piauí, Brazil: the Pleistocene peopling of the Americas. *Quaternary Science Reviews*, v. 22, p. 2303-2310, 2003.
- SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra da. Análise químico-mineralógica de ocre e a busca por correlações arqueológicas com os pigmentos de pinturas rupestres do sítio Pedra do Cantagalo I. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.
- SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra da; CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte. Estratégias de campo e de laboratório utilizadas na investigação do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I. *Arqueologia Iberoamericana*, v. 33, p. 35-41, 2017.
- SILVA, Heralda Kelis Sousa Bezerra da; CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; FABRIS, José Domingos. Características químico-mineralógicas de fontes de pigmentos minerais em depósitos naturais do entorno do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I, em Piripiri, Piauí, Brasil. *Arqueologia Iberoamericana*, v. 36, p. 36-42, 2017.
- VALLADAS, H.; MERCIER, N.; MICHAB, M.; JORON, J. L.; REYSS, J. L.; GUIDON, N. TL age-estimates of burnt quartz pebbles from the Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí, Northeastern Brazil). *Quaternary Science Reviews*, v. 22, p. 1257-1263, 2003.
- WATANABE, Shiguo; AYTA, Walter Elias Faria; HAMAGUCHI, Henrique; GUIDON, Niède; LA SALVIA, Eliany S.; MARANCA, Silvia; BAFFA FILHO, Oswaldo. Some evidence of a date of first humans to arrive in Brazil. *Journal of Archaeological Science*, v. 30, p. 351-354, 2003.

Recebido em: 01/06/2018
Aprovado em: 23/07/2018
Publicado em: 30/11/2018

**ARQUEOMETRIA APLICADA À CONSERVAÇÃO DE SÍTIOS DE ARTE
RUPESTRE**

ARCHAEOLOGY APPLIED TO THE CONSERVATION OF ROCKART SITES

Maria Conceição Soares Meneses Lage
Benedito Batista Farias Filho

Como citar este artigo:

LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses; FARIAS FILHO, Benedito Batista. Arqueometria aplicada à conservação de sítios de arte rupestre. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 327-343, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



Arqueometria aplicada à conservação de sítios de arte rupestre

Maria Conceição Soares Meneses Lage^a

Benedito Batista Farias Filho^b

Resumo: A Arqueometria tem auxiliado muito a pesquisa arqueológica. No Piauí, tem sido relevante também para auxiliar na conservação de sítios de arte rupestre. Os problemas de conservação existentes nestes sítios são numerosos e variados, de origem natural ou antrópica. É necessário conhecer a constituição química dos pigmentos, do suporte rochoso e de diferentes depósitos de alteração para se realizar diagnósticos e guiar as intervenções. Nesse sentido, tem-se utilizado principalmente aparelhos portáteis de análise ou aqueles que exigem um mínimo de amostras e não as destruam durante os estudos. As principais técnicas de exames e análises utilizados pelo grupo de pesquisa de Arqueometria da UFPI são microscopia portátil, espectroscopia Mössbauer portátil (MIMOS II), Espectrofotometria de Fluorescência X portátil e de bancada utiliza-se Espectrofotômetro Raman e Microscopia Eletrônica de Varredura. Exemplos de estudos são apresentados.

Abstract: Archaeometry has greatly aided archaeological research. In Piauí it has also been relevant to assist in the conservation of rock art sites. The conservation problems existing in these sites are numerous and varied, of natural or anthropic origin. It is necessary to know the chemical constitution of the pigments, the rocky support and different alteration deposits to make diagnoses and guide the interventions. In this sense we have mainly used portable analysis devices or those that require a minimum of samples and do not destroy them during the studies. The main techniques of examination and analysis used by the Archaeometry research group of the UFPI are portable microscopy, portable Mossbauer spectroscopy (MIMOS II), portable X-ray Fluorescence and bench-mounted Raman Spectrophotometer and Scanning Electron Microscopy. Examples of studies are presented.

Palavras Chave:

Arqueometria; Conservação; Arte Rupestre.

Keywords:

Archaeometry; Conservation; Rock Art.

^a Professora Doutora do Curso de Arqueologia e Conservação de Arte Rupestre e dos Programas de Pós-Graduação em Arqueologia e Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Brasil. E-mail: meneses.lage@gmail.com

^b Professor Doutor do Departamento de Química e dos Programas de Pós-Graduação em Arqueologia e Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Brasil.

INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro apresenta grande número e diversidade de sítios de arte rupestre, em especial nos Estados do Piauí e da Bahia. Tanto há representações de figurações pintadas, quanto gravadas, com grafismos figurativos e não-figurativos, elaborados com as mais diferentes técnicas e, no caso de sítios pintados, há ampla variedade de cores e tonalidades (Figura 1). No entanto, apenas uma pequena parte deles foi documentada, estudada e publicada, o que é preocupante, considerando o estado avançado de degradação em que alguns painéis rupestres, ou até mesmo sítios, se encontram. Como lembrado por Jacques Brunet (1985), os sítios de arte rupestre são obras de arte expostas ao tempo.



Figura 1: gravuras do Poço da Bebidinha (A); pinturas do PARNA Serra da Capivara (B e C); pintura de Picos dos André-Castelo do Piauí (D)
Fotos: Wellington Lage (Acervo Pessoal)(A) e NAP¹ (Acervo NAP) (B; C e D)

Dentre os diferentes problemas de conservação que afetam os sítios, pode-se citar a variação na espessura e profundidade dos sulcos, no caso de gravuras, mudança na cor dos pigmentos, esmaecimento das tintas, migração ou desaparecimento de pigmentos, no caso de pinturas; ou, em ambos presença de eflorescências salinas; fraturas, fissuras, esfoliações do suporte rochoso, fuligens e ataques vândalos.

Ressalta-se que as condições climáticas na área dos sítios são fundamentais para manter o estado de equilíbrio dos mesmos ou favorecer o surgimento de depósitos de substâncias orgânicas ou minerais acumuladas ao longo dos anos, recobrando a mancha gráfica.

A arqueometria, atuando na interface com as ciências exatas e naturais, utiliza técnicas de exames e análises propondo-se a responder aspectos direcionados aos mais diversos problemas arqueológicos como função, procedência, tecnologia,

1 Núcleo de Antropologia Pré-histórica – NAP da Universidade Federal do Piauí - UFPI

subsistência, cronologia e outras informações. No que diz respeito à conservação de arte rupestre a arqueometria tem como objetivo investigar e preservar os bens culturais no estudo do homem e de seu meio.

Como forma de diagnóstico, a UNESCO-ICOMOS (ICOMOS, 2016) recomenda a utilização de técnicas analíticas não-destrutivas e não invasivas para as análises arqueométricas, a fim de preservar ao máximo a integridade do material arqueológico. Partindo dessa recomendação, o conservador tem se preocupado em traçar metodologias analíticas de forma que uma pequena quantidade de amostra possa extrair o máximo de informações com as mais diversas técnicas disponíveis, seja de exames ou de análises.

Traçando uma linha do tempo sobre a ciência da conservação, tais estudos eram realizados pelos químicos por meio de métodos clássicos para justificar uma seleção prévia de algum processo de limpeza e conservação. No entanto, devido à necessidade de estudos mais complexos, foram desenvolvidos novos procedimentos analíticos para a caracterização de vestígios da cultura material. Mas sem dúvida o passo decisivo e importante da arqueometria foi o advento de instrumentos portáteis, que permitem desenvolver métodos que dão respostas em tempo real, aumentando a capacidade para tomar decisões ainda no campo (Pérez-Alonso et al., 2004; Maguregui et al., 2011; Roldán et al., 2010).

Além dos vestígios arqueológicos, como os fragmentos cerâmicos, as ossadas humanas, os materiais líticos e as pinturas rupestres, a arqueometria investiga também os depósitos de alteração presentes nos sítios arqueológicos, os quais são verdadeiros “vilões” que ameaçam a riqueza histórica e cultural comuns em sítios de arte rupestre. Tratam-se de depósitos minerais, também chamados de eflorescências salinas, que são agregados cristalinos de sais com composição química variada e formados pela migração de sais solúveis e insolúveis, presentes no interior da rocha, e que são levados pela água de vaporização para a superfície por meio da rede de capilaridade. Esses sais, quando expostos à temperatura do ambiente externo, cristalizam-se, formando uma estrutura de coloração esbranquiçada (Farias Filho et al., 2017; Henrietier et al., 2001; Broggi et al., 2012).

Os problemas de conservação vêm sendo estudados por meio de métodos e técnicas das ciências exatas, ou seja, pela Arqueometria, fornecendo informações sobre os constituintes químicos da rocha suporte, dos pigmentos rupestres e dos depósitos de alteração presentes nos sítios. E a cada dia observa-se a melhoria dessas técnicas, tornando-se menos interventivas e mais precisas.

A arqueometria tem auxiliado as pesquisas arqueológicas complementando os dados dos vestígios e o avanço do conhecimento dos grupos humanos que viveram em uma determinada região, mas também muito vem contribuindo com os estudos sobre o estado geral de conservação dos sítios de arte rupestre, possibilitando a realização de medidas das condições climáticas e ambientais em que se encontram os sítios, identificando a origem dos problemas degradativos e direcionando as intervenções de conservação a serem realizadas.

Análises utilizando técnicas das ciências exatas têm sido realizadas desde os anos 80, pelo grupo de Arqueometria da Universidade Federal do Piauí, cadastrado no CNPq em 1991. Neste mesmo ano, foram iniciadas, de forma sistemática, investigações e intervenções de conservação de arte rupestre em sítios do Parque Nacional Serra da Capivara, sudeste do estado do Piauí. Todavia, no Brasil há outros grupos de pesquisa atuando na área de Arqueometria, dentre eles ressaltam-se os trabalhos desenvolvidos e coordenados por Carlos Appoloni, junto ao Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Estadual de Londrina, desde o ano de 1992; as investigações de Dalva Lúcia Faria, da Universidade de São Paulo, e colaboradores, como, por exemplo, Thiago S. Puglieri, da Universidade de Pelotas, que investigam a aplicação da espectroscopia Raman em arte, arqueologia e patrimônio cultural. Há também trabalhos relevantes realizados pelos pesquisadores Helen Jamil Khoury e Henry Lavalle Sullasi, da Universidade Federal de Pernambuco, ligados à metrologia, patrimônio cultural, análise e datação

de vestígios arqueológicos e Física Nuclear; o professor Luis Antônio Sousa, da Universidade Federal de Minas Gerais, lidera importantes pesquisas de preservação patrimonial, tendo instalado e ampliado o CECOR - Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais; aposentado nesta mesma universidade e Professor Visitante da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), José Domingos Fabris e colaboradores desenvolvem importantes investigações em Arqueometria, aplicando a técnica de espectroscopia Mossbauer na análise e caracterização químico-mineralógica de material arqueológico.

No entanto, a primeira publicação do grupo de pesquisa Arqueometria da UFPI data dos anos 90, é o artigo *Premiers resultats de l'étude des peintures rupestres de la Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada (Piauí-Brésil)* (Brunet e Lage, 1990). No mesmo ano, foi defendida a tese “*Étude Archéométrique de l'art rupestre du sud-est du Piauí – Brésil*”, de Lage (1990), publicada em 1996 pela Revista de Geologia da UFC, e em 1997, pela Revista do MAE-USP-SP. Todavia a primeira publicação de um trabalho puramente voltado para a conservação de arte rupestre no Brasil data de 1992, é o artigo “*Abordagem dos Problemas de Conservação*”, constante no periódico da UFPI - *Cadernos de Pesquisa*. Em 2002, Lage, em co-autoria com Niède Guidon, publicaram o artigo “*Sauvegarde des peintures préhistoriques d'un site de la Tradition Nordeste*” no periódico *INORA-França*.

Com a consolidação do grupo de pesquisa em Arqueometria, aliado à criação dos cursos de graduação e mestrado em Arqueologia, na UFPI, surgiram muitos trabalhos voltados para a conservação de sítios de arte rupestre. Destaque para os trabalhos de Sousa (2002), que analisou as pinturas rupestres de sítios arqueológicos do Parque Nacional Sete Cidades; Ibiapina (2007), que verificou os depósitos de alteração e as pinturas rupestres do sítio Toca do Joel; Cavalcante (2008), que se dedicou a estudar os depósitos de alteração e pigmentos rupestres de diversos sítios do estado do Piauí; Pinheiro (2009), que analisou as pinturas rupestres e os depósitos de alteração dos sítios Pedra Furada dos Picos e Letreiro do Ninho do Urubu em Castelo do Piauí; T. Alves (2010), que investigou as pinturas de sítios do município de Pedro II; Santos (2010), dedicou-se à análise de pinturas do sítio Salão dos Índios, localizados em Castelo do Piauí; Fontes (2010), que estudou diversos sítios de arte rupestre do Parque Nacional Vale do Catimbau-PE; M. J. Alves (2014), que analisou as pinturas rupestres de sítios do município de São Miguel do Tapuio; Rodrigues (2014), que analisou também as pinturas do Parque Nacional de Sete Cidades; Queiros (2016), que realizou um estudo do estado de conservação dos grafismos rupestres do Médio-Baixo do Jaguaripe-CE e, mais recentemente, Bitú Ferraz (2018), que realizou um diagnóstico técnico de conservação do sítio arqueológico Santa Fé-CE. Muitos desses trabalhos foram apresentados em eventos científicos ou publicados em revistas especializadas (Santos et al., 2018; Cavalcante et al., 2013; Alves et al., 2011; Lage, et al., 2009).

Exemplos da aplicação da arqueometria na conservação do patrimônio arqueológico podem ser encontrados em publicações de periódicos nacionais e internacionais. Dentre esses, tem-se os trabalhos realizados nos parques nacionais Serra da Capivara e de Sete Cidades; no sítio arqueológico Pedra do Castelo, localizado no município de Castelo do Piauí; na Pedra do Ingá – PB, no Vale do Catimbau - PE. O presente artigo traz exemplos de trabalhos de conservação realizados pela equipe da UFPI em estudo de diferentes casos, como o sítio Toca do Baixão do Perna II, III e IV, localizados no Parque Nacional Serra da Capivara.

OS PRINCIPAIS PROBLEMAS DE CONSERVAÇÃO DOS SÍTIOS DE ARTE RUPESTRE

O primeiro questionamento sobre o estado geral de conservação de um sítio de arte rupestre é tentar descobrir qual era o seu estado original. Fato impossível de ser solucionado, pois o especialista, quando entra em contato com um sítio, já data de centenas ou até mesmo milhares de anos que foi elaborado. Portanto, considera-se como tal o estado em que se encontrava quando foi visitado e documentado pela primeira vez. Neste sentido, pode-se dizer que a grande maioria dos sítios de arte rupestre do Nordeste brasileiro encontra-se em bom estado de conservação, apesar de apresentarem problemas, tanto de origem natural, quanto antrópica. Os problemas de origem natural mais comuns nos sítios do Nordeste brasileiro são ligados à degradação do suporte rochoso, à infestação de insetos construtores, excrementos de roedores que habitam os abrigos rochosos, eflorescências salinas, oriundas da ação das águas nos sítios que as transportam por solubilidade ou arraste e, quando secam, as depositam em superfície ou interstícios da rocha. Já os problemas de origem antrópica, tanto podem ter ocorrido de forma acidental, quanto provocados intencionalmente por reutilizações contínuas do espaço do sítio ou por ações vândalas, sendo estas últimas, na maior parte dos casos, resultantes da falta de informações e conhecimentos a respeito da proteção e conservação do patrimônio arqueológico.

Na Figura 2, são apresentados os diversos problemas de conservação, sejam de origem antrópica sejam natural, encontrados em diferentes sítios de arte rupestre do nordeste brasileiro.

ETAPAS DOS ESTUDOS DE CONSERVAÇÃO DOS SÍTIOS DE ARTE RUPESTRE

Como apresentados anteriormente, os estudos de conservação de sítios de arte rupestre foram iniciadas, no Brasil, em 1991, no Parque Nacional Serra da Capivara, sob a coordenação de uma das autoras deste estudo, e ampliou tais ações para outros sítios do nordeste. Os trabalhos contaram com a elaboração prévia de um diagnóstico técnico, baseado nos resultados obtidos em exames *in situ* e análises em laboratórios especializados dos diferentes depósitos de alteração, suporte rochoso e pigmentos rupestres, a fim de entender a origem, a causa e os efeitos da deterioração. Vale a pena ressaltar que nessa etapa, feita preferencialmente em campo, utiliza-se de diversos instrumentos que fornecem resultados em nível microscópico para a caracterização morfológica e da análise químico-mineralógica dos agentes degradantes e da própria arte rupestre.

Logo após a realização do diagnóstico técnico do estado de conservação da arte rupestre, iniciam-se as ações interventivas, que consistem em um trabalho com uma equipe capacitada para retirada ou minimização dos principais agentes de destruição da arte rupestre de um dado sítio. Essa etapa exige muito cuidado, pois se trata do contato direto com os pigmentos rupestres, bens da União e protegidos por lei. São empregadas metodologias já conhecidas e utilizadas pelo *Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques - LRMH* do Ministério da Cultura da França, as quais se utilizam, inicialmente e preferencialmente, de tratamentos físicos como eliminação mecânica e, caso seja necessário, aplicam-se compressas úmidas de água destilada e, de forma mais branda, de soluções químicas para depósitos mais difíceis de serem removidos. Outro trabalho comum nesta etapa refere-se às tentativas de recuperar placas rochosas com arte rupestre, as quais se encontram descoladas da superfície rochosa, aplicando argamassas consolidantes, que também servem para o preenchimento de fissuras ou mesmo recolagem dos materiais deslocados e que ainda se encontram no solo do sítio.

Após a realização dessas etapas, é necessário que o sítio arqueológico seja constantemente monitorado por órgãos preservacionistas, uma vez que se trata de um local a céu aberto e propício a ataques naturais e antrópicos.



Figura 2: pintura com desgaste antrópico (A); biodepósitos (B; C; D; E e F); deslocamento rochoso (C e D); fuligem sobre pinturas (G) e pichação (H).Fonte:Acervo NAP

DIAGNÓSTICOS DE CONSERVAÇÃO: ESTUDOS DE CASOS

A realização de diagnósticos técnicos exige o conhecimento da obra de arte, de sua história e a de seu artista, além do estilo, dos processos de envelhecimento e a deterioração (Brunet, 1985). Portanto, antes de trabalhar com um sítio de arte rupestre é necessário entender a sua origem, os processos e as causas de sua deterioração. Para tanto são feitas análises físico-químicas tanto dos pigmentos quanto da rocha suporte e dos depósitos de alteração. As técnicas de análises em arqueometria, em conjunto com os exames (microscopia), permitem obter um diagnóstico sobre o estado de conservação da arte rupestre dos sítios em estudo. Até pouco tempo atrás, esses estudos eram realizados empregando técnicas laboratoriais de microanálise, destrutivas, que necessitavam a retirada de amostras dos painéis rupestres. Alguns equipamentos disponíveis (Figura 3) hoje excluem essa parte do trabalho arqueométrico, pois permitem realizar as análises e o diagnóstico em campo, preservando o patrimônio cultural.



Figura 3: exame com microscopia portátil (A); análise por Fluorescência X portátil (B); medida com código Munsell de cores (C).

Foto: Acervo NAP

Apesar de vários esforços que têm sido feitos para contornar ou minimizar o avanço da degradação dos sítios de arte rupestre, sabe-se que é impossível eliminar por completo a degradação destes, e o mais recomendável é que se tomem ações preventivas de conservação, pois são as mais fortuitas e capazes de permitir que esse valioso patrimônio cultural possa chegar a gerações futuras. Para tanto, há um consenso de que, com o avanço das pesquisas arqueométricas, essa preocupação pode ser superada, pois permite, em curto prazo, o estabelecimento de diagnósticos com possíveis estratégias de ações. Desde a década de 90, com os estudos pioneiros na conservação de arte rupestre, os esforços têm se direcionado para caracterizar

quimicamente os depósitos de alteração de sítios de arte rupestre do Piauí, em especial os da região do Parque Nacional da Serra da Capivara. Como exemplo da aplicação da arqueometria no estudo da conservação de arte rupestre, apresentaremos alguns resultados da análise química dos depósitos de alteração, coletados em diferentes sítios arqueológicos do estado do Piauí, dentre eles as tocas do Baixão do Perna II, III e IV, da Serra da Capivara, e Pedra do Castelo, em Castelo do Piauí (Figura 4). Nos sítios estudados, é possível encontrar muitos depósitos de alteração de origem natural e antrópica. Dentre os naturais, há predominância de eflorescências salinas que, muitas vezes, acabam por recobrir as paredes rochosas ou se encontram muito próximas das pinturas, há ainda problemas de origem antrópica, como fuligem advindas de queimadas muito recorrentes em todo o Piauí.

Quatro amostras de eflorescências salinas foram analisadas: uma do sítio Toca do Baixão do Perna II (BP02.12), duas da Toca do Baixão do Perna III (BP03.05 e BP03.06) e uma da Toca do Baixão do Perna IV (BP04.09). As técnicas de análise utilizadas foram a espectroscopia de emissão óptica em plasma induzida por *laser* (LIBS) e a espectrometria de absorção no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). As medidas por FTIR-ATR (Agilent Technology, CARY 630 FTIR) foram realizadas prensando uma pequena quantidade das amostras sobre um cristal de diamante. As medidas foram realizadas no intervalo de 4000 a 400 cm^{-1} com resolução espectral de 4 cm^{-1} , utilizando 64 varreduras. As análises elementares foram realizadas em um equipamento LIBS, constituído por um policromadorechelle (Mechelle 5000, Andor Technology), *laser* pulsado Nd:YAG (20 Hz, 1064 nm, FWHM 5,2 ns, e energia máxima do pulso de 110 mJ) e detector ICCD (iStar DH734, Andor Technology), empregando energia do *laser* de 20 mJ/pulso, tempo de *delay* de 500 ns e tempo de integração de 1 μs .

A Figura 5 mostra os resultados das análises qualitativas obtidas por LIBS, as quais apontam as principais linhas de emissão atômica dos elementos químicos presentes nas amostras.

Apesar dos espectros LIBS apresentarem diversas linhas de emissão atômica, foram selecionadas apenas aquelas mais intensas para realizar a caracterização química da amostra. Como pode ser observada na Figura 5, a linha de emissão de maior intensidade para todas as amostras refere-se ao Ca em 396,8 nm e em 422,70 nm, oriundo do material rochoso no qual se agregam aos depósitos minerais. Pode-se observar ainda outros componentes presentes nas amostras, uns de caráter majoritários e outros em nível de traços. Foram detectadas claramente as linhas de emissão atômica do Na (duplete em 588,99 e 589,59 nm), Si (288,17 nm), Al (309,31 nm), Fe (251,60 nm), S (616,19 nm), Mg (288,17 nm), Ti (336,11 nm e 368,52 nm), K (766,49 nm), Li (670,73 nm) e Cr (438,38 nm). A triagem desses elementos químicos mostra que, apesar dos mesmos fazerem parte da composição da amostra ou do suporte rochoso, alguns deles podem estar associados a impurezas, uma vez que se trata de amostras retiradas em um sítio arqueológico aberto ao tempo e, por isso, sujeito às ações ambientais, como o vento, a chuva, a poeira, que arrastam materiais até a superfície rochosa.

A fim de se obter a composição química das amostras, foi realizada a análise por FTIR conforme mostra a Figura 6.

Os perfis espectrais por FTIR das amostras revelaram que se trata de uma eflorescência salina bastante similar em composição, apesar de serem sítios arqueológicos distintos. As bandas identificadas no espectro como sendo 1 (3691 cm^{-1}), 2 (3618 cm^{-1}) e 3 (3650 cm^{-1}) referem-se ao estiramento Si-OH. A banda em 4, próxima de 1050 cm^{-1} , refere-se ao modo de vibração de estiramento de Si-O, em 790 cm^{-1} (6) e em 695 cm^{-1} (7) a banda de vibração é característica de estiramento Si-Si, e em 536 cm^{-1} (8) corresponde à vibração de deformação de Si-O-Al. O pequeno ombro, em 913 cm^{-1} (5), é associado ao modo vibracional de deformação do Al-OH. A banda larga em aproximadamente 3400 cm^{-1} é devido ao modo de estiramento de hidroxila da água. Essas informações permitem identificar que as amostras dos sítios em estudo são compostas de caolinita [$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$] (Alencar et al., 2015; Saika et al., 2008).

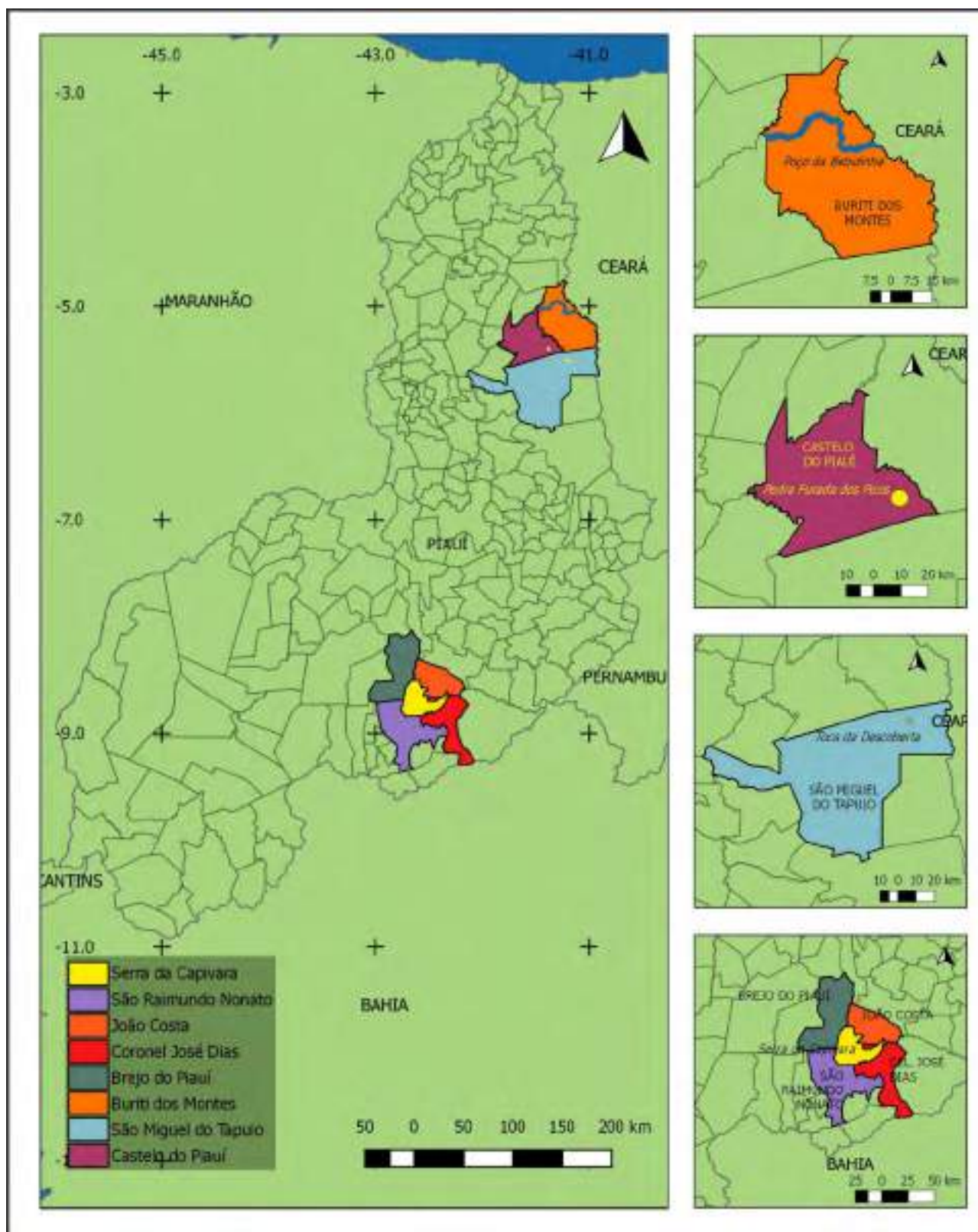


Figura 4: Mapa de localização dos sítios. Foto: Wellington Lage (Acervo Pessoal)

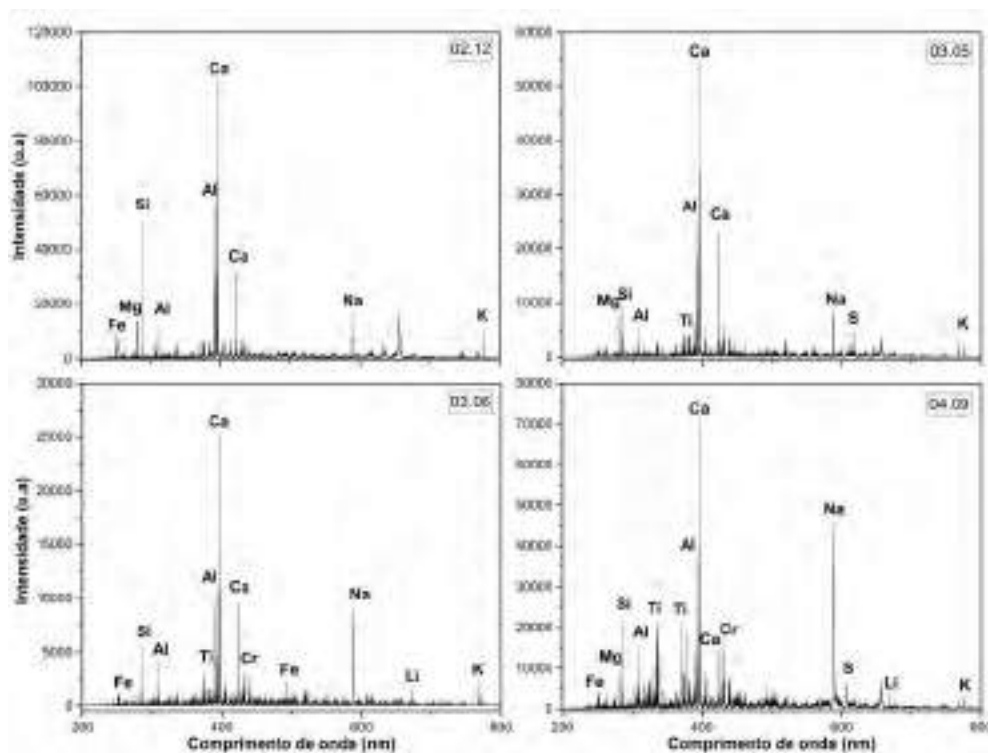


Figura 5: Linhas de emissão atômicas obtidas por análises LIBS das amostras de eflorescência salina dos sítios Toca do Baixão do Perna II, III e IV.

Os resultados obtidos para as amostras de eflorescências salinas dos três sítios arqueológicos direcionam para os trabalhos de conservação a serem realizados nos sítios em estudo, uma vez que, conhecendo a natureza química dos materiais, torna-se mais viável a aplicação de estratégias físicas e químicas para remoção ou minimização desses materiais nos paredões de arte rupestre.

Outras técnicas analíticas também têm sido utilizadas pelo grupo de Arqueometria da UFPI, a fim de efetuar diagnósticos técnicos de conservação de sítios de arte rupestre, como, por exemplo, a espectroscopia de fluorescência de raios X portátil e a espectroscopia Mossbauer portátil (MIMOS II). Estas bem mais empregadas para identificação da composição químico-elementar e mineralógica de pigmentos pré-históricos, todavia de essencial importância para a realização de futuras intervenções de conservação. Como exemplo, apresentamos o caso de análises fluorescência de raios X portátil no sítio Pedra do Castelo em Castelo – Piauí.

A Fluorescência de Raios X é uma técnica analítica qualitativa e semi-quantitativa, que usa a interação dos raios X com a amostra a fim de se obter a sua composição química elementar. Esta técnica apresenta potencialidades para a análise de material arqueológico por não necessitar de preparo de amostra, é não-destrutiva e não invasiva e sendo possível realizar medidas *in situ*, sem a necessidade de coleta de amostras (VANDENABEELE e DONAIS, 2016). Foram analisadas amostras de depósitos de alteração (fuligem) que se encontravam no paredão rochoso, bem como de um pigmento de cor vermelho, do sítio arqueológico Pedra do Castelo. As amostras foram analisadas diretamente sob o suporte rochoso, utilizando um espectrômetro de FRX (Thermo Fisher Scientific, Niton XL3t Ultra), equipado com tubo de raios X com um anodo de prata e um detector de deriva de silício (SDD). O equipamento possui um tubo de raios X de voltagem máxima de 50 kV, corrente de 200 μ A e 2 W de potência e uma câmera CCD acoplada, que permite visualizar o ponto no qual foi feita a medida e registrá-lo junto ao resultado analítico. As amostras foram analisadas utilizando um ponto focal de 3 mm de diâmetro e cujo tempo total de análise foi de 120 segundos, realizada sob atmosfera.

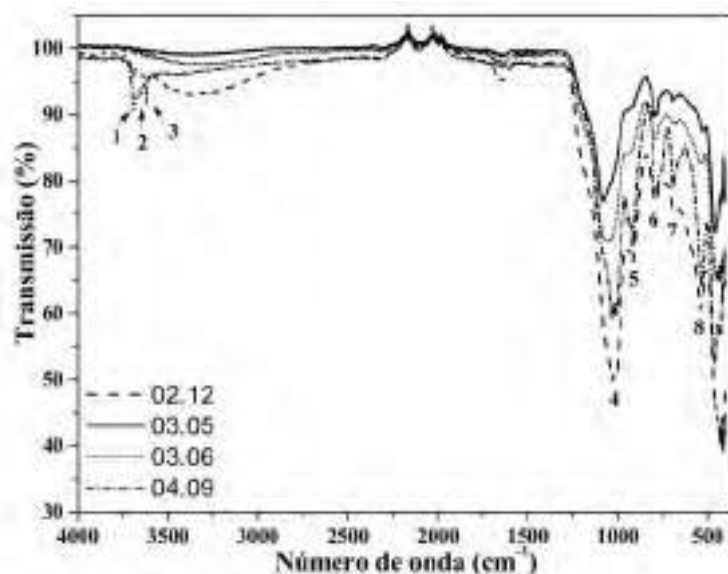


Figura 6: Linhas de absorção por FTIR das amostras de eflorescência salina dos sítios Toca do Baixão do Perna II, III e IV.

A Figura 7 apresenta os resultados das análises de Fluorescência de Raios X portátil do depósito de alteração da rocha e de um pigmento de cor avermelhada, presentes nas paredes rochosas do sítio em estudo.

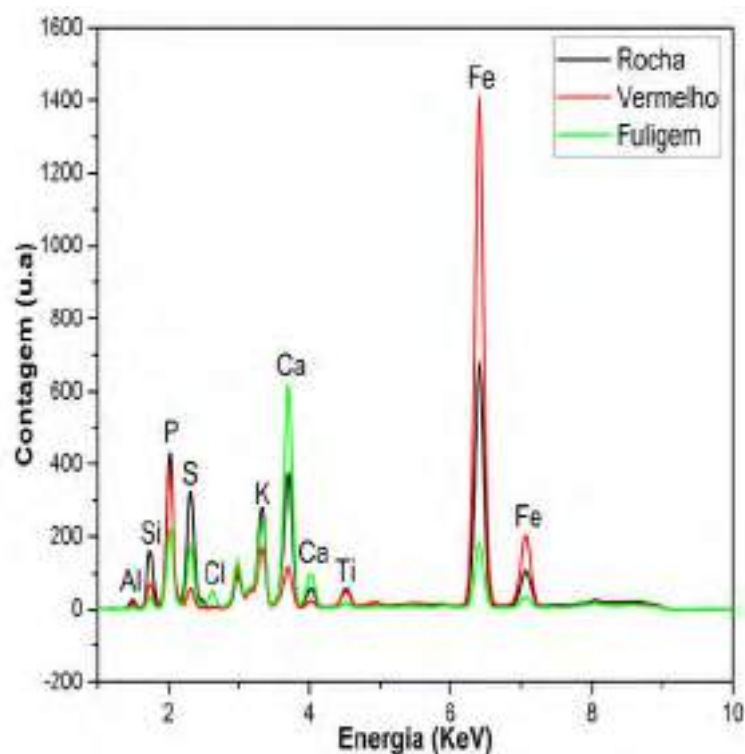


Figura 7: Espectro de Fluorescência X portátil

Como se pode observar, há uma composição bastante similar entre rocha, pigmento e depósito de alteração, sendo apenas cloro como elemento diferenciador, pois se encontra apenas na composição da fuligem. Esta forneceu ainda importante concentração de cálcio, potássio, enxofre e fósforo. A presença do fósforo no pigmento vermelho pode indicar uma possível contaminação com tal biodepósito presente na área analisada.

Além desses estudos, ressalta-se ainda outros trabalhos também realizados por nosso Grupo de Arqueometria da UFPI, utilizando Espectroscopia Mössbauer portátil (MIMOS II), como a análise dos pigmentos vermelho claro e vermelho escuro do preenchimento do corpo do cervídeo maior, figura símbolo do Parque Nacional Serra da Capivara (Figura 1b), e o resultado forneceu duas composições distintas de óxido de ferro, sendo a mais escura uma mistura de duas hematitas, uma delas com composição bem mais cristalizada (Lage et al. , 2016). Outros trabalhos têm sido focados na caracterização químico-mineralógica de pigmentos e utiliza a espectrometria Mössbauer como complementar às outras técnicas analíticas, como os trabalhos realizados no sítio Salão dos Índios, em Castelo do Piauí (Santos et al., 2018), e do sítio Manantial Solís, localizado na Patagônia, Argentina (Cavalcante et al., 2017).

É importante lembrar também que, além das técnicas analíticas, há ainda as técnicas de exames, que constam de observações microscópicas em campo, sob a ocular de lupas de diferentes aumentos (10X; 30X; 50X; 100X.). Em estudos anteriores, tais exames possibilitaram a elucidação de alguns casos tidos como intrigantes para a pesquisa arqueológica, como, por exemplo, a presença do elemento ferro na composição química do pigmento cinza, de sítios da Serra da Capivara (Lage et al. 2004). Esses exames permitiram constatar que tal pigmento é constituído de uma mistura de caolinita (branco) e hematita (vermelho). Outro fato elucidado aconteceu com o pigmento azul, do sítio Toca dos Veadinhos Azuis, também da Serra da Capivara. A observação microscópica mostrou que esta cor azulada foi obtida em consequência da deposição de uma camada de sal à base de silício, de cor esbranquiçada e translúcida, sobre uma camada de pigmento preto, constituído de carvão vegetal (Lage, 2007).

Além disso, a microscopia óptica portátil também tem fornecido importantes resultados sobre os depósitos de alteração presentes nos sítios, contribuindo para a elaboração de diagnósticos técnicos sobre o estado geral de conservação de sítios de arte rupestre, como, por exemplo, os que foram realizados no sítio Pedra do Castelo em Castelo – Piauí, em 2017, e pode-se observar a presença de pigmentos vermelhos embaixo de uma camada de fuligem (Figura 8A), indicando o recobrimento de antigas pinturas rupestres por esse depósito, e, em outro, a presença de recentes pichações em argila vermelha, recobrendo uma antiga, efetuada com tinta a óleo amarela, que recobria uma gravura rupestre pintada em preto (Figura 8B).

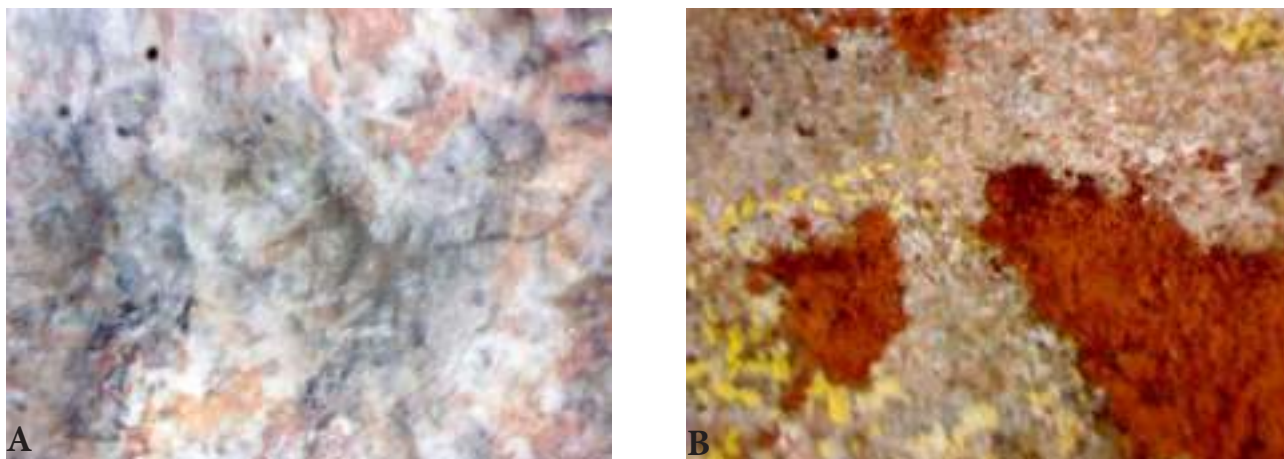


Figura 8: Fuligem recobrendo ocre vermelho (A); Pichação vermelha recobrendo pichação amarela (B)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De nada adianta realizar trabalhos arqueométricos visando à documentação e elaboração de diagnósticos técnicos de conservação sem pensar em ações de conservação preventivas e de monitoramento de um sítio de arte rupestre de forma sistemática. Isto porque uma vez realizada a etapa de conservação, o sítio arqueológico necessita de visitas técnicas para verificar o avanço dos agentes degradantes (Lage et al., 2005). Uma das melhores formas de monitoramento é realizar o registro fotográfico da arte rupestre e do ambiente circundante, antes e após a etapa de intervenção, e repeti-la pelo menos duas vezes nos anos subsequentes à intervenção. A comparação entre as fotos de um mesmo painel tirada em períodos diferentes permite verificar a evolução do estado de conservação do sítio e propor ações preventivas. O monitoramento pode ser realizado também de forma presencial, observando os aspectos climáticos do sítio ao longo do ano, através de medidas como índice de pluviosidade, velocidade e direção dos ventos, temperatura da rocha e do ambiente, incidência da luz solar, entre outras. Como forma de bem documentar cada etapa de coleta desses dados, é importante o preenchimento de uma ficha técnica de conservação, a qual servirá para guiar o conservador em futuras intervenções. A ficha de conservação deve ser simples, mas conter todos os dados essenciais para acompanhamento dos sítios. As fichas elaboradas e utilizadas nos trabalhos de conservação, desenvolvidos pelo grupo de Arqueometria da UFPI, também são apresentadas aos condutores/guias de turistas que trabalham nos parques nacionais do Estado, principalmente o da Serra da Capivara e o de Sete Cidades. O papel desses especialistas é fundamental para os trabalhos de conservação, pois nós, pesquisadores, vamos aos sítios coletar nossos dados e depois voltamos para nossas atividades nas academias e quem fica no campo, em contato direto com os sítios arqueológicos, são eles e os moradores atuais dos seus entornos, portanto, é imprescindível integrá-los em nossas investigações, pois com certeza haverá uma maior riqueza de informações sobre os sítios e os fatos ocorridos neles.

Preocupação com a inclusão da comunidade atual nos trabalhos de conservação sempre aconteceu com nosso grupo de Arqueometria da UFPI, a exemplo citamos os primeiros trabalhos de conservação realizados na Serra da Capivara, quando formamos uma equipe de jovens da região para atuarem como auxiliares técnicos em conservação, os quais foram contratados pela FUMDHAM e auxiliaram nesta atividade por mais de uma década. Atualmente, apenas uma equipe reduzidíssima continua com estas atividades naquele parque. Nos demais sítios trabalhados também sempre foi feito um contato prévio com os moradores do entorno, a fim de apresentar a equipe, o projeto, e convidá-los para atuarem como auxiliares nas atividades da investigação.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Wemerson J.; SANTOS, Francisco Eroni P.; CISNEROS, Juan Carlos; SILVA, João Henrique; FREIRE, Paulo Tarso C.; VIANA, Bartolomel C.; Spectroscopic analysis and X-ray diffraction of trunk fossils from the Parnaíba Basin, Northeast Brazil, *Spectrochimica . Acta Part A*, v. 135, p. 1052-1058, 2015.
- ALVES, Marcos Jadel. *Análises Químico-mineralógicas de Pigmentos Pré-históricos de Sítios de São Miguel do Tapuio*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- ALVES, Tetissuelma Leal. *Análise química de pigmentos pré-históricos de sítios de Pedro II - PI*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- ALVES, Tetissuelma L.; BRITO, Maria Auxiliadora M. L.; LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; FABRIS, José Domingos. Pigmentos de pinturas rupestres pré-históricas do sítio Letreiro do Quinto, Pedro II, Piauí, Brasil. *Química Nova*, v. 34, p. 181-185, 2011.
- APPOLONI, Carlos Roberto; PARREIRA, Paulo Sérgio. Doze anos de atividades em arte e arqueometria no Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Estadual de Londrina. *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação*, v. 1, n. 6, p. 301-304, 2007.
- BROGGI, Alessandra; PETRUCCI, Elisabetta; BRACCIALE, Maria Paola; SANTARELLI, Maria Laura FT-Raman spectroscopy for quantitative analysis of salt efflorescences (pages 1560–1566), *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 43, n. 11, p. 1560-1566, 2012.
- BRUNET, Jacques ; VIDAL, Pierre ; VOUVE, Jean. *Conservation de l'art rupestre: deux études, glossaire illustré*, UNESCO, 1985, Paris.
- BRUNET, Jacques; LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; Premiers resultats de l'étudedes peintures rupestres de la Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada (Piauí-Brésil). *9th Triennial Meeting: ICOMOS LRMH Comité del I-COM pour la conservation*, v. 26-30, p. 782-792, 1990.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte. *Arqueoquímica aplicada ao estudo de pigmentos, depósitos de alteração e paleossedimentos do Piauí*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; FARIAS FILHO, Benedito Batista; SANTOS, Livia Martins; FONTES, Laiane De Moura; LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; FABRIS, José Domingos. Letreiro dos Tanques I e II: problemas de conservação e análises químicas de pinturas rupestres e eflorescência salina. *ArqueologiaIberoamericana*, v. 18, p. 3-13, 2013.
- CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; FERRARO, Lorena; HUGON, Paulette; LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; FABRIS, José Domignos. Iron-bearing minerals of a rupestrian painting from the Manantial Solís site, Cardiel Lake, Patagonia, Argentina. *Hyperfine Interactions*, v. 238, p. 238-258, 2017.
- FARIA, Dalva Lúcia A.; EDWARDS, Howell G. M.; AFONSO, Marisa Coutinho. Espectroscopia Raman: uma nova luz no estudo de bens culturais. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 12, p. 249, 2003.
- FARIA, Dalva Lúcia A.; LOPES, Francisco N.; SOUZA, Luis Antonio C.; CASTELLO BRANCO, Helena David De Oliveira. Análise de pinturas rupestres do Abrigo do Janelão (Minas Gerais) por microscopia raman. *Química Nova*. v. 34, p. 1358-1364, 2011.

- FARIAS FILHO, Benedito Batista; LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; LIMA, Rassius Alexandre Medeiros. Estudo químico de eflorescências salinas do sítio arqueológico Toca Exú do Jurubeba do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Química Nova*, v. 40, p. 1-6, 2017.
- FERRAZ, Heloisa Bitú. *O Sítio Rupestre de Santa Fé - CE: Documentação e Diagnóstico Técnico de Conservação*. (Dissertação), Mestrado em Arqueologia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018
- FONTES, Laiane de Moura. *Caracterização espectroscópica de ocre, pinturas rupestres e depósitos salinos de sítios pernambucanos*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- GUIDON, Niede; LAGE, Maria Conceição S. M. Sauvegarde des peintures préhistoriques d'un site de la Tradition Nordeste. *INORA-França*, n. 33, 2002.
- HENNETIER, Luc; ALMEIDA, J. V.; CORREIA, Antonio M. S.; FERREIRA, Victor M. Efflorescence and its quantification in ceramic building materials, *British Ceramic Transactions*, v. 100, n. 2, p. 72-76, 2001.
- IBIAPINA, Michel S. *A Toca do Joel: um exemplo de aplicação da química no estudo e na preservação de um sítio arqueológico*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.
- LAGE, Maria Conceição S. M. A conservação de sítios de arte rupestre. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, v. 33, p. 95-107, 2007.
- LAGE, Maria Conceição. S. M. Abordagem dos Problemas de Conservação. *Cadernos de Pesquisa*, v. 1, n. 10, p. 31-70, 1992.
- LAGE, Maria Conceição. S. M. Análise química de pigmentos de arte rupestre do Sudoeste do Piauí. *Revista do Museu de arqueologia e Etnologia da USP*, v. 2, p. 89-101, 1997
- LAGE, Maria Conceição S. M. Étude Archéométrique de l'art rupestre du sud-est du Piauí – Brésil. (Tese), Université Paris 1, Paris, 1990.
- LAGE, Maria Conceição S. M. A conservação de sítios de arte rupestre. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, v. 33, p. 95-107, 2007.
- LAGE, Maria Conceição S. M.; BORGES, Jôina F.; ROCHA JÚNIOR, Simplicio S. Sítios de Registros Rupestres: Monitoramento e Conservação. *Mneme* (Caicó. Online), Recife, v. 1, n.1, p. 01-24, 2005.
- LAGE, Maria Conceição S. M.; SILVA, J. C.; MAGALHÃES, Sonia Maria C.; CAVALCANTE, Luis Carlos D.; SANTOS, Livia M.; FERRARO, Lorena. A restauração do Sítio Arqueológico Pedra do Castelo. *CLIO. Série Arqueológica (UFPE)*, v. 24, p. 67-82, 2009.
- LAGE, Maria Conceição S. M.; CAVALCANTE, Luis Carlos D.; KLINGELHÖFER, Goestar; FABRIS, José Domigos: In situ ^{57}Fe Mössbauer characterization of iron oxides in pigments of a rupestrian painting from the Serra da Capivara National Park, in Brazil, with the backscattering Mössbauer spectrometer MIMOS II. *Hyperfine Interact.* V. 237, p. 49, 2016.
- MAGUREGUI, Maite; KNUUTINEN, Ulla; MARTINEZ-ARKARAZO, Irantzu; CASTRO, Kepa; MADARIAGA, Juan M.; Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO₂ impact: The case of Marcus Lucretius House (Pompeii), *Analytical Chemistry*, v. 83, n. 9, p. 3319-3326, 2011.
- PÉREZ-ALONSO, Maite; CASTRO, Kepa; ÁLVAREZ, Maria; MADARIAGA, Juan Manuel. Scientific analysis versus restorer's expertise for diagnosis prior to a restoration process: the case of Santa Maria Church (Hermo, Asturias, North of Spain), *Analytical Chimica Acta*, v. 524, p. 379-389, 2004.

- QUEIRÓS, Agnelo F. *Os grafismos rupestres do Médio-Baixo Jaguaribe, Ceará: documentação, análise e contextualização preliminar*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.
- RODRIGUES, Wallonilson Veras. *Análise de pinturas rupestres por espectroscopia Raman em sítios arqueológicos do Parque Nacional de Sete Cidades*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- ROLDÁN, Clodoaldo; MURCIA-MASCARÓS, Sonia; FERRERO, José; VILLAVARDE, Valentin; LÓPEZ, Esther; DOMINGO, Inês.; MARTINEZ, Rafael; GUILLEM, Pere Miquel. Application of Field portable EDXRF spectrometry to analysis of pigments of Levantine rock art. *X ray Spectrometry*, v. 39, n. 3, p. 243-250, 2010.
- SAIKIA, Bhaskar J.; PARTHASARATHY, Gopaldaswami; SARMAH, N. C.; Fourier transform infrared spectroscopic estimation of crystallinity in SiO₂ based rocks, *Bulletin of Materials Science*, v. 31, p. 775-779, 2008.
- SANTOS, Livia Martins *Análise Químico-mineralógica de pinturas rupestres do sítio Salão dos Índios - Piauí - Brasil*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- SANTOS, Livia Martins; OLIVEIRA, F. M.; FARIAS FILHO, Benedito Batista; FONTES, Laiane de Moura; LAGE, Maria Conceição S. M.; SILVA, Heralda Kellis S. B.; CAVALCANTE, Luis Carlos Duarte; FABRIS, José Domigos. Chemical and mineralogical characteristics of the pigments of archaeological rupestrian paintings from the Salão dos Índios site, in Piauí, Brazil. *Journal of Archaeological Science: Reports*, p. 792-797, 2018.
- SOUSA, Emanuel Martins. *Parque Nacional de Sete Cidades - Piauí - Brasil: exame e análise química de pigmentos pré-históricos*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2002.
- SOUZA, Maria Cleidiane P. *Estudo de Pigmentos Pré-históricos dos Sítios: Pedra Furada dos Picos I e Letreiro do Ninho do Urubu*. (Dissertação) Mestrado em Química, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.
- VANDENABEELE, Peter; DONAIS, Mary Kate. Mobile Spectroscopic Instrumentation in Archaeometry Research, *Applied Spectroscopy*, v. 70, p. 27-41, 2016.

Recebido em: 21/06/2018

Aprovado em: 07/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

**ESPECTROSCOPIA RAMAN E A CIÊNCIA DO PATRIMÔNIO: ASPECTOS
GERAIS E PANORAMA ATUAL NA AMÉRICA DO SUL**

***RAMAN SPECTROSCOPY AND HERITAGE SCIENCE: GENERAL ASPECTS AND
CURRENT STATUS IN SOUTH AMERICA***

Dalva Lúcia Araújo de Faria

Como citar este artigo:

FARIA, Dalva Lúcia Araújo de. Espectroscopia Raman e a Ciência do Patrimônio: aspectos gerais e panorama atual na América do Sul. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 344-365, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



INSTITUTO DE
CIÊNCIAS
HUMANAS
UFRJ



Espectroscopia Raman e a Ciência do Patrimônio: aspectos gerais e panorama atual na América do Sul

Dalva Lúcia Araújo de Faria*

Resumo: As últimas décadas tem presenciado um crescente aumento no uso de métodos físico-químicos de análise de bens culturais. Algumas dessas técnicas tem se mostrado particularmente úteis pelo caráter não invasivo e não destrutivo que apresentam e, dentre elas, a espectroscopia Raman apresenta posição de destaque. Neste artigo, essas características da técnica são detalhadas, bem como são apresentados os fundamentos teóricos do espalhamento inelástico de luz e discutidos alguns aspectos práticos de sua utilização. Finalmente, é apresentado um levantamento detalhado dos grupos de pesquisa da América do Sul, voltados ao estudo de bens culturais, que tem se utilizado dessa ferramenta analítica e em qual tipo de questionamentos vem sendo aplicada.

Abstract: The last decades have witnessed an ever growing increase in the usage of physico-chemical methods to investigate cultural heritage problems. Some of these techniques are proving to be particularly useful in such a context, due to their non-invasive and non-destructive nature; among them, Raman spectroscopy occupies a prominent position. In this paper, such characteristics of the technique are detailed and the physical basis of inelastic light scattering are presented, together with some practical aspects of its applications. Finally, it is here offered a detailed survey in the literature on the South American research groups devoted to the investigation of cultural heritage issues who are using Raman spectroscopy, and the type of interrogation carried on.

Palavras Chave:

Espectroscopia Raman; Ciência do Patrimônio; Arqueometria; Arte

Keywords:

Raman Spectroscopy; Heritage Science; Archaeometry; Art.

* Bacharel, mestre e doutora em Química pelo Instituto de Química, Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp 16/21070-5), Brasil. E-mail: dalvalux@gmail.com

INTRODUÇÃO

É comum a literatura especializada destacar que a espectroscopia Raman é uma ferramenta analítica poderosa na investigação de bens culturais, sendo hoje um dos mais importantes instrumentos analíticos da Ciência do Patrimônio (EDWARDS; CHALMERS, 2005; EDWARDS; VANDENABEELE, 2019).

Muito desse cenário deve-se a componentes ópticos mais eficientes, como filtros, fibras óticas e detectores, o que teve um impacto muito significativo no desenvolvimento de microscópios Raman dedicados e instrumentos portáteis ou transportáveis.

Como a Ciência do Patrimônio é por definição interdisciplinar, nem sempre o usuário de ferramentas analíticas como essa são especialistas, o que acaba tendo impacto importante nos resultados que são (ou que não são!) obtidos, bem como em sua interpretação. Este texto tem por objetivo apresentar aspectos importantes da espectroscopia Raman, com ênfase na microscopia Raman, e destacar algumas situações nas quais tais aspectos podem ser críticos. Será apresentado também uma breve revisão do *status* atual das aplicações da espectroscopia Raman na América do Sul no contexto da Ciência do Patrimônio, indicando quais os grupos que mais tem utilizado essa ferramenta e quais tipos de questões vem sendo abordadas.

Espectroscopia Raman: aspectos gerais

É fato fora de contestação que, para qualquer pessoa que atue na área da Ciência do Patrimônio, métodos ideais de análise são aqueles que não afetam de modo direto ou indireto a integridade física, estética ou química do bem cultural em investigação, nem no momento da análise, nem posteriormente.

Em seus diversos aspectos, o conhecimento da composição química de bens culturais ou de seus produtos de decaimento é de vital importância. Partindo dessa premissa, a sondagem de um objeto usando radiação eletromagnética de baixa energia como a radiação no visível, infravermelho próximo ou infravermelho médio (VIS, NIR e MIR, respectivamente) e baixa intensidade parece ser a abordagem perfeita, pelo fato de não haver contato material com o objeto e pelo potencial que esse tipo de sondagem tem em fornecer informações detalhadas e específicas sobre as substâncias químicas presentes. A reflexão dessas radiações nas superfícies dos objetos proporciona imagens úteis, em especial no caso das reflectografias feitas no NIR ou IR médio, entretanto, as informações sobre composição química obtidas dessas imagens são bastante limitadas, baseadas na diferença de absorção dessas radiações pelas várias substâncias presentes na área iluminada (DE BOER, 1968).

Quando a radiação sonda um objeto, além da reflexão que pode ser usada para gerar imagens, também pode ocorrer sua absorção e nesse caso torna-se importante determinar qual comprimento de onda está sendo absorvido, o que é feito usando um monocromador ou um interferômetro. No primeiro caso tem-se os instrumentos dispersivos, os quais comumente empregam redes de difração (ou sua combinação com prismas) e, no segundo caso, tem-se os equipamentos interferométricos. Instrumentos dispersivos típicos são os espectrofotômetros de absorção no UV-VIS, enquanto que os equipamentos FTIR (Fourier Transform Infrared) são exemplos característicos dos interferométricos. Exemplos desses dois tipos de instrumentos são mostrados na Figura 1.

A espectroscopia de absorção eletrônica no UV-VIS, tem aplicação bastante limitada nas investigações de bens culturais porque, apesar dos espectros trazerem informações sobre cores de pigmentos e corantes, as bandas de absorção que os caracterizam são largas e inespecíficas. Esse não é o caso da espectroscopia de absorção no infravermelho: as bandas de absorção são características de vibrações atômicas de grupos químicos funcionais, as quais são também sensíveis à influência que recebem de interações intermoleculares, intramoleculares e de sua vizinhança de uma maneira geral, produzindo espectros

que permitem identificar de forma inequívoca as espécies químicas presentes [SAVIELLO et al., 2016].

Além dos eventos acima citados, relacionados à absorção de radiação eletromagnética devidos a transições eletrônicas ou vibracionais, há também a possibilidade de estudar a matéria não através da radiação que absorve, mas sim através da que dispersa (espalha).

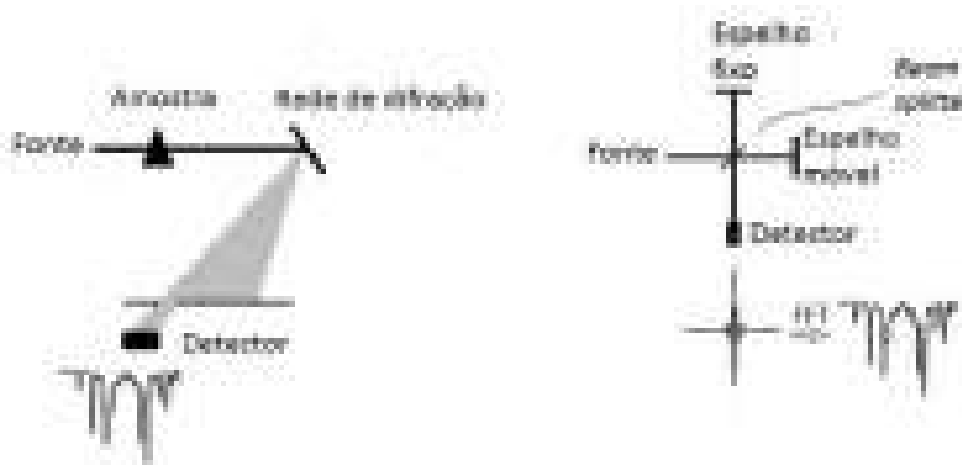


Figura 1:- Esquemas gerais de instrumento dispersivo (à esquerda) e interferométrico (à direita).

A primeira descrição teórica sobre a dispersão elástica de luz por partículas muito menores do que o comprimento de onda da radiação foi publicada por Lord Rayleigh (John William Strutt) em 1871 (STRUTT, 1871), no qual o espalhamento elástico é usado para explicar a coloração azul do céu; a explicação completa desse problema, entretanto, somente foi apresentada por ele quase três décadas depois (RAYLEIGH, 1899). Nesse tipo de espalhamento, o comprimento de onda da radiação (λ , portanto, sua energia) não é alterado, mas apenas sua direção de propagação e em seu primeiro estudo Lord Rayleigh já mostrava que, para uma radiação de comprimento de onda λ a intensidade da radiação espalhada (I) dependia da intensidade da radiação incidente (I_0), do ângulo de espalhamento (θ), da permissividade dielétrica da partícula espalhadora (ϵ), do número de partículas espalhadoras (n) e de seu volume (V) além da distância (r) entre a partícula e o observador, como dado pela equação abaixo:

$$I = I_0 \frac{9\pi^2}{2} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right)^2 (1 + \cos^2\theta) \frac{nV^2}{\lambda^4 r^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Essa equação pode ser escrita de uma forma simplificada para um ângulo genérico θ usando a equação de Clausius-Mossotti $\left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right) = \frac{N\alpha}{3}$ na qual N é o número de partículas por unidade de volume e α a polarizabilidade molecular:

$$I \propto I_0 n \alpha^2 \frac{1}{\lambda^4} \quad \text{ou} \quad I \propto I_0 n \alpha^2 \nu^4 \quad (\text{Equação 2})$$

(ν é a frequência da radiação incidente e as constantes físicas estão incorporadas em uma constante de proporcionalidade)

Essa equação é a origem da conhecida dependência entre a intensidade do espalhamento de luz e a quarta potência da frequência da radiação incidente (ν^4).

Pouco mais de cinquenta anos depois do primeiro artigo de Lord Rayleigh sobre o espalhamento elástico de luz, Arthur H. Compton publicou seu artigo sobre a dispersão inelástica de raios X (COMPTON, 1923), evidenciando o comportamento corpuscular da radiação eletromagnética. Se o espalhamento inelástico de radiação podia ser observado com raios X, por que não com a radiação visível (luz)? Essa possibilidade foi investigada simultaneamente por vários pesquisadores, entre

eles Cabannes e Daure na França (CABANNES e DAURE, 1928), Landsberg e Mandelstam na então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (LANDSBERG e MANDELSTAM, 1928) e Raman e Krishna na Índia (RAMAN e KRISHNAN, 1928). Nas publicações desses autores estava descrito um novo efeito, capaz de proporcionar informações sobre as vibrações dos átomos existentes nas amostras estudadas, lançando as bases da espectroscopia Raman.

O efeito de espalhamento inelástico de luz ficou conhecido como efeito Raman, em homenagem a C.V. Raman, agraciado com o prêmio Nobel de Física em 1930. Alguns autores entendem que essa premiação foi injusta (e, talvez, motivada por razões políticas) porque Mandelstam havia previsto teoricamente o efeito antes de Raman e, junto com Landsberg, havia obtido resultados experimentais conclusivos.

Na década de 1920, os experimentos de dispersão de luz eram realizados usando arco de mercúrio como fonte de radiação, prisma para discriminação da radiação espalhada e o registro dos espectros era feito em placas de vidro recobertas com substância fotossensível (SINGH, 2002) como está esquematizado na Figura 2.

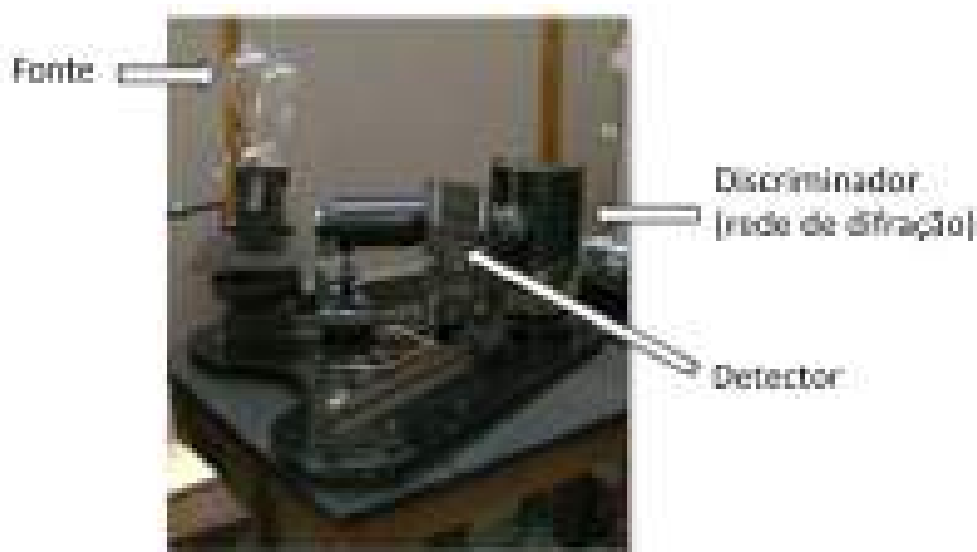


Figura 2:- Fotografia mostrando a instrumentação *home made* usada nos primórdios da espectroscopia Raman. Esse instrumento é semelhante ao usado por C. V. Raman e usa linhas de espectros atômicos de emissão de lâmpadas para a obtenção dos espectros.

Após a exposição, as placas fotográficas mostravam além da linha referente ao espalhamento elástico, mais intensa, dois conjuntos similares de linhas satélites, sendo um com frequência maior e outro com frequência menor do que a da radiação excitante empregada. Esses conjuntos de linhas podem ser explicados empregando argumentos de física clássica: a radiação incidente interage através de seu campo elétrico oscilante com a nuvem eletrônica das moléculas, na qual induz um dipolo oscilante ao fazer com que os elétrons oscilem com a mesma frequência da radiação incidente; pelas leis do eletromagnetismo clássico, esse dipolo oscilante emite radiação em todas as direções (exceto na direção do eixo de oscilação) e está associado ao espalhamento Rayleigh. A magnitude do dipolo induzido (dado pelo momento de dipolo induzido, μ) na eletrosfera das moléculas é proporcional à polarizabilidade molecular (α) a qual varia durante as vibrações dos átomos, uma vez que a densidade eletrônica oscila com a frequência de vibração. Pode-se dizer então que o momento de dipolo induzido é modulado pela variação na polarizabilidade, o que cria as condições para o espalhamento inelástico, porque são combinadas (somadas ou subtraídas) as frequências da radiação incidente (ν_0) e da vibração molecular (ν_v), fazendo com que a radiação espalhada tenha uma componente elástica (na qual a frequência da radiação é igual à da incidente) e uma inelástica, de frequência $\nu_s = \nu_0 \pm \nu_v$, o que explica os dois conjuntos de linhas observados no espectro Raman (Figura 3). Essa combinação de frequências é o motivo pelo qual, na antiga União Soviética, o espalhamento inelástico de luz ficou conhecido como “dispersão combina-

cional de luz” (FABELINSKIĀ, 1998); o fato do espectro Raman ser reportado como a diferença entre os números de onda da radiação incidente e espalhada deu origem ao termo “deslocamento Raman” (*Raman shift*).

A radiação espalhada com energia menor do que a radiação incidente aparece no que se chama de região Stokes do espectro, ao passo que a espalhada com energia maior é observada na região anti-Stokes.

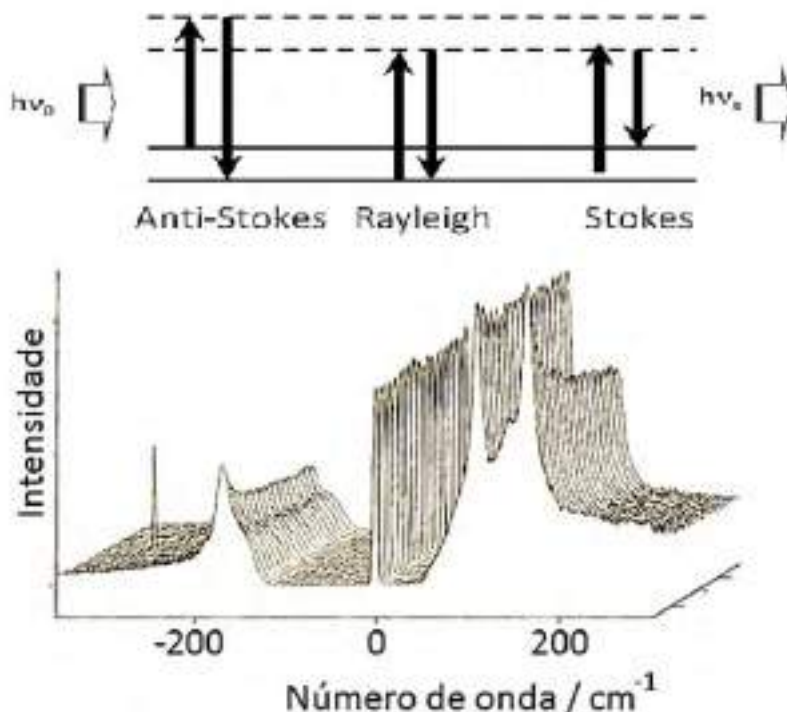


Figura 3:- Esquema mostrando as regiões Stokes e anti-Stokes do espectro Raman (acima) e espectros Raman de complexo de I_2 com N-metil-2-pirrolidona obtidos em função do tempo, mostrando as duas regiões.

Naturalmente que a abordagem do fenômeno usando o modelo da mecânica quântica é mais sofisticada e completa (LONG, 2006) mas, para a compreensão dos processos físicos associados ao espalhamento inelástico de luz e para os propósitos deste texto, a abordagem clássica empregada pelos descobridores do efeito são suficientes.

A sondagem da matéria por radiação eletromagnética, caracteriza as técnicas de análise espectroscópicas e, do que foi dito acima, fica claro que tanto a espectroscopia de absorção no infravermelho (chamada de FTIR em associação ao procedimento de obtenção dos espectros) quanto a espectroscopia de espalhamento inelástico de luz (conhecida como espectroscopia Raman) fornecem informações sobre vibrações moleculares, mas são baseadas em fenômenos físicos diferentes. Dessa forma, a observação ou não de uma banda em um espectro FTIR ou Raman depende de como a radiação interage com a matéria: no caso da absorção no IR a interação depende da existência de um dipolo elétrico oscilante na molécula, que tenha a mesma frequência de oscilação que o campo elétrico da radiação incidente (matematicamente $\left(\frac{\partial \vec{\mu}}{\partial Q}\right)_0 \neq 0$, sendo $\vec{\mu}$ o momento dipolar e Q uma coordenada normal de vibração); nessa condição ocorre ressonância e energia é transferida da radiação para a molécula. Já no caso da espectroscopia Raman, como não há absorção da radiação e sim seu espalhamento, é necessário que a polarizabilidade oscile com a vibração molecular (matematicamente $\left(\frac{\partial \alpha}{\partial Q}\right)_0 \neq 0$, sendo α a polarizabilidade¹ e Q uma coordenada normal de vibração) para que o momento de dipolo induzido na molécula pela radiação incidente seja modulado e, dessa forma, possa ocorrer também transferência de energia para a molécula (ou da

¹ α é uma entidade matemática chamada tensor e é responsável, neste caso, em estabelecer a relação entre dois vetores (campo elétrico da radiação e momento de dipolo induzido). Para mais informações veja LONG, 2002.

molécula no caso de bandas na região anti-Stokes).

Dessa explicação entende-se que uma mesma banda possa ser simultaneamente observada nos dois espectros (Raman e IR), mas muito provavelmente terá intensidades bem distintas. Dependendo da simetria molecular, pode ocorrer que as bandas observadas no espectro FTIR não o sejam no espectro Raman e vice-versa; por esse motivo diz-se que as duas técnicas são complementares.

Espectroscopia Raman: por que é tão importante em Ciência do Patrimônio?

Na breve apresentação feita acima foram destacadas as características principais da espectroscopia de absorção no infravermelho e da espectroscopia Raman e, apesar de ambas serem ferramentas analíticas complementares, a espectroscopia Raman vem se destacando em aplicações da Ciência do Patrimônio por algumas peculiaridades bastante relevantes.

Em primeiro lugar, a presença de água ou grupos OH costuma ser um problema para a espectroscopia de absorção no IR, porque nessas espécies as vibrações provocam grande variação no momento dipolar e, portanto, resultam em bandas de absorção bastante intensas no espectro FTIR; a obtenção de espectros FTIR de soluções aquosas, por exemplo, não é trivial. Além disso, os instrumentos FTIR não podem ter sua parte ótica (janelas, lentes etc.) constituídas de vidro, que absorve intensamente abaixo de *ca.* 2000 cm^{-1} ; isso faz com que, mais comumente, os instrumentos tenham componentes óticos feitos de KBr ou CsI, que possuem limites de operação em *ca.* 350 cm^{-1} e 200 cm^{-1} , respectivamente. Não se tem, assim, acesso a uma região espectral importante, principalmente no caso de compostos inorgânicos, na qual são esperadas as vibrações envolvendo metais e oxigênio ou enxofre, bem como modos de rede que são vibrações da rede cristalina como um todo e, portanto, relevantes em estudos que envolvem polimorfismo, por exemplo. Além disso, raramente é possível obter espectros no IR sem que amostras sejam coletadas do objeto e sem que haja algum tipo de manipulação, como solubilização ou trituração. As exceções são filmes sobre superfícies planas (que podem ser estudados diretamente em um acessório de ATR, por exemplo) ou objetos grandes como por exemplo peças feitas em material polimérico, quando a análise pode ser feita com menor risco de artefatos usando fibra ótica (RICCI et al., 2006) ou acessório de reflexão externa (STEGGER, 2018) que alguns fabricantes comercializam.

Já no caso da espectroscopia Raman, as vibrações das moléculas de água, por exemplo, possuem intensidades muito pequenas porque envolvem pequena variação na polarizabilidade e, com isso, espectros podem ser feitos de solução aquosa sem qualquer interferência. Se na espectroscopia de absorção no infravermelho usa-se uma fonte cerâmica aquecida para gerar radiação contínua na região de 1,5 μm a 50 μm (6000 cm^{-1} a 200 cm^{-1}), na espectroscopia Raman usa-se a radiação monocromática geralmente no visível (ou infravermelho próximo, NIR) produzida por um laser e, por essa razão, todos os componentes óticos podem ser feitos de vidro, que é transparente à radiação tanto no visível quanto no NIR. Com isso, o limite espectral inferior é dado pelo filtro (ou sistema ótico, como monocromador) que rejeita o espalhamento elástico e tipicamente situa-se em 100 cm^{-1} mas, dependendo do instrumento, pode ser tão pequeno quanto 10 cm^{-1} com o uso de filtros Rayleigh especiais.

O limite superior para o deslocamento Raman é definido pela resposta do detector: em espectroscopia Raman usa-se detectores CCD (*Charge Coupled Device*) cuja resposta usual é de *ca.* 400 a 1050 nm (25000 – 9524 cm^{-1}), assim, um espectro excitado em 632,8 nm (15803 cm^{-1}) somente poderá ser registrado até *ca.* 6300 cm^{-1} (15803 - 9524 cm^{-1}), mas se for usada radiação no verde (532 nm, por exemplo, que corresponde a 18797 cm^{-1}) a faixa de detecção será ampliada para *ca.* 9300 cm^{-1} (18797 – 9524 cm^{-1}). Atualmente são também comercializados detectores CCD lineares, com elementos sensíveis na região do infravermelho próximo (NIR) como InGa, InGaAs e Ge.

Tendo em vista o limite inferior para obtenção dos espectros Raman expostos acima, pode-se concluir que a região dos modos de rede é facilmente acessível, sem que haja a necessidade de alterações no instrumento, como troca de fonte, *beam-splitter* e detector. Outra diferença significativa, é que a amostra ou objeto usualmente não precisa de manipulação e pode ser colocada diretamente no compartimento de amostra. Esse conjunto de características é extremamente valioso na caracterização de materiais e, portanto, também na Ciência do Patrimônio.

Microscopia Raman

Em seus primórdios a espectroscopia Raman era uma forma mais simples de investigar as vibrações moleculares do que a absorção no IR, por conta das maiores dificuldades experimentais então enfrentadas por esta última (ADAR et al., 2007). Esses mesmos motivos fizeram com que anos mais tarde a espectroscopia de absorção no IR fosse protagonista, relegando a espectroscopia Raman ao papel de técnica confirmatória de estrutura (simetria) molecular. Com a introdução de lasers como fonte de radiação monocromática na metade da década de 1960, no lugar das lâmpadas até então empregadas, novas possibilidades começaram a ser exploradas principalmente devido à possibilidade de empregar altas potências e naquela ocasião começaram então a ser explorados os efeitos óticos não lineares, como o efeito hiper Raman, Raman estimulado, CARS (*Coherent Anti-Stokes Raman Scattering*) entre outros (BORMAN, 1982).

Nessa mesma época, o interesse dos pesquisadores de várias áreas estava no desenvolvimento de equipamentos Raman capazes de analisar partículas micrométricas e Hirschfeld em 1973 reporta pela primeira vez a adaptação de um espectrômetro Raman para essa finalidade (HIRSCHFELD, 1973), sendo seguido por Rosasco et al. (ROSASCO et al., 1975) e Delhaye e Dhamelincourt (DELHAYE; DHAMELIN COURT, 1975), que desenvolveram um instrumento capaz de permitir, além do registro de espectros de microamostras, também a obtenção de imagens Raman das substâncias presentes, ou seja, era capaz de fornecer a distribuição dessas substâncias em uma amostra heterogênea.

Como foi visto acima, a intensidade do sinal Raman depende (entre outras coisas) do número de espalhadores e quando se analisam microamostras ou áreas muito diminutas em uma superfície esse sinal tem uma magnitude muito pequena. As tentativas de adaptar microscópios a espectrômetros Raman convencionais esbarram na questão de que tais instrumentos foram desenhados para privilegiar a resolução espectral e não a eficiência na coleção da radiação espalhada. Por essa razão, não apenas o número de artigos publicados usando microscopia Raman era pequeno até 1990 (pouco mais de 200 artigos são encontrados no *Web of Science* quando se usa *Raman microscopy* ou *Raman microprobe* ou *Raman microscope* na pesquisa) como também não havia grande diversidade nos sistemas investigados, uma vez que amostras mais sensíveis à alta irradiância (W/cm^2 na amostra) não podiam ser investigadas.

Na Figura 4 abaixo é apresentado o esquema geral de um microscópio Raman. A fonte de radiação monocromática é um tubo de laser, introduzido na espectroscopia Raman em 1964 (LEITE E PORTO, 1964) quando a técnica começou a ser chamada de “Espectroscopia Raman com laser” (*laser Raman spectroscopy*), para diferenciar os espectros obtidos usando radiação laser, dos obtidos usando linhas de lâmpadas. Ainda hoje esse termo é empregado na literatura, de forma inadequada e redundante, uma vez que todos os instrumentos Raman comerciais utilizam essa fonte de excitação. Os comprimentos de onda mais longos (785 e 1064 nm) são indicados para estudos envolvendo amostras luminescentes porque a pouca energia da radiação é geralmente insuficiente para povoar estados excitados responsáveis pela emissão luminescente, mas é importante frisar que há amostras nas quais mesmo a excitação no infravermelho próximo (NIR) é incapaz de evitar a produção de luminescência, como exemplificado na Figura 5.

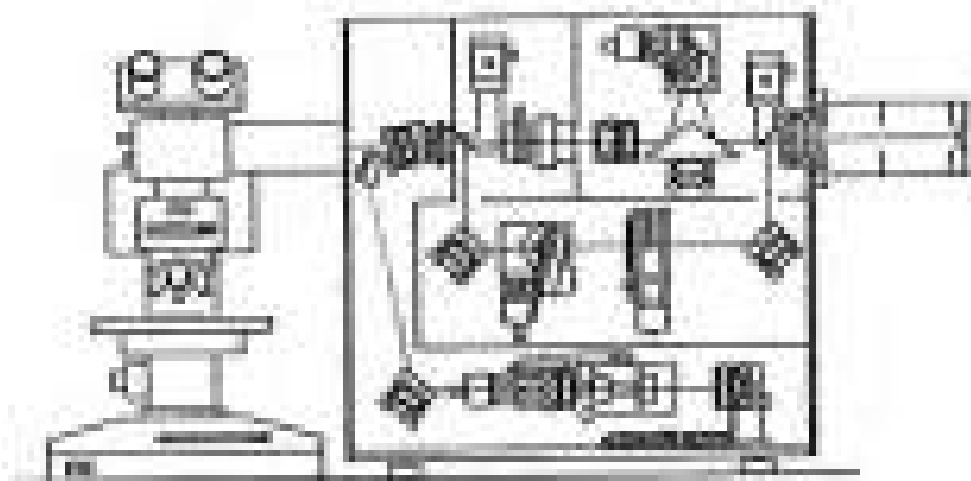


Figura 4: – Esquema de um microscópio Raman dedicado (reproduzido com autorização da Renishaw plc.)

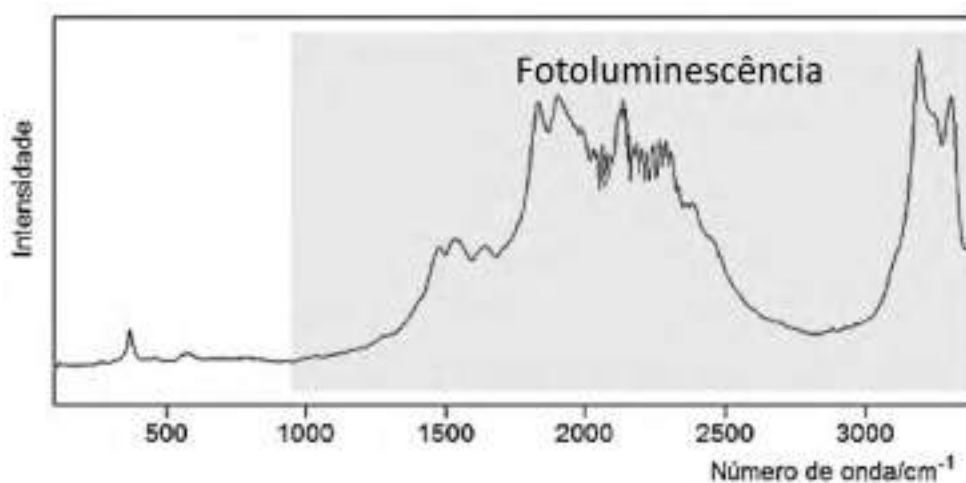


Figura 5: – Espectro obtido com excitação em 1064 nm. A área sombreada apresenta bandas que correspondem à fotoluminescência, mostrando que mesmo comprimento de ondas longos não eliminam completamente a possibilidade de sua ocorrência.

No que diz respeito aos detectores usados em microscopia Raman, instrumentos dispersivos empregam, via de regra, detectores CCD (multicanais), que tem curva de resposta típica esquematizada na Figura 6, na qual observa-se que a faixa operacional desse tipo de detector é de cerca de 400 a 1000 nm. Quando radiação no UV com comprimento de onda bem curto (244 nm por exemplo) é usada, é necessário aplicar um recobrimento de substância fluorescente sobre o detector; nesse caso, a substância absorve radiação no UV e reemite no visível, onde o detector é capaz de responder.

Cuidados e limitações

Como ocorre com qualquer outra técnica, a microscopia Raman requer uma série de cuidados e tem algumas limitações. Do ponto de vista prático, é sempre bom lembrar que metais e suas ligas não apresentam efeito Raman, mas seus produtos de corrosão sim; como regra geral, vibrações que produzem grande variação na polarizabilidade originarão as bandas mais intensas e isso tem maior probabilidade de ocorrer quando envolve átomos maiores ou quando há elétrons deslocalizados.

É sempre importante lembrar que na microscopia Raman a radiação laser é focalizada em uma área bastante pequena, fazendo com que a densidade de energia (irradiância) seja bem elevada no foco do laser, aumentando a probabilidade de ocorrência de decomposição térmica e transições de fase.

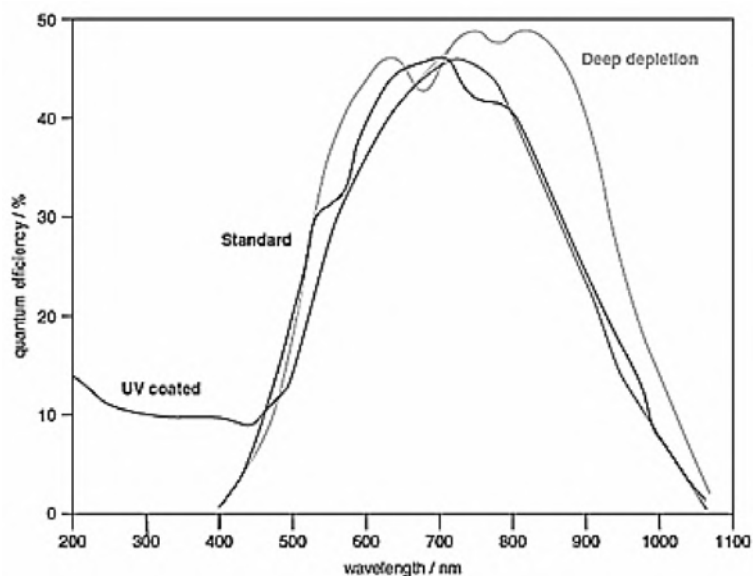


Figura 6: – Curva de resposta típica para detectores CCD (reproduzido com autorização da Renishaw plc.)

Como exemplo, considere que 10 mW da radiação laser atinjam uma área de $2 \mu\text{m}$ de diâmetro ($r = 1 \mu\text{m}$) na amostra; a área será de $3 \mu\text{m}^2$ e a irradiância (PD, em W/cm^2) será $10 \text{ mW} / 3 \mu\text{m}^2 = 3 \times 10^5 \text{ W}/\text{cm}^2 = 0,3 \text{ MW}/\text{cm}^2$, o que é um valor muito alto para vários tipos de amostras, incluindo as biológicas. Caso a amostra não consiga dispersar eficientemente essa energia que recebe, ocorre aquecimento local e podem ocorrer:

- alteração da amostra, o que pode significar carbonização (que pode ser identificada pelo aparecimento de bandas largas em cerca de 1360 e 1580 cm^{-1});
- desidratação, quando há moléculas de água lábeis (fracamente ligadas);
- modificação estrutural por alterações em ligações intra ou intermoleculares; ou
- transições de fase.

Deve-se destacar que a degradação fotoquímica é dependente da energia (comprimento de onda) da radiação e não da potência empregada, apesar de que no caso de potências baixas a taxa de degradação pode ser tão pequena que seus produtos não sejam detectados durante o período de obtenção de espectros.

Outro aspecto importante a ser considerado, é que a pequena área investigada na superfície da amostra pode levar à obtenção de espectros que não sejam representativos da amostra como um todo, no caso de amostras heterogêneas, ou então de micro cristais individuais, nos quais efeitos de orientação podem provocar alterações nas intensidades relativas das bandas no espectro, dependendo da simetria do cristal e com isso criar dificuldade na identificação da(s) espécie(s) espalhadora(s). Por esse motivo recomenda-se que ao menos três espectros de áreas distintas sejam obtidos para permitir a avaliação do efeito da heterogeneidade da amostra e de orientação de micro cristais.

APLICAÇÕES EM ESTUDOS DE BENS CULTURAIS – AMÉRICA DO SUL

Apesar da espectroscopia Raman ter tido início tardio na América do Sul no que diz respeito a bens culturais, seu crescimento tem sido rápido e consistente, como mostrado na Figura 7. Microscópios Raman dedicados, com alta eficiência na captação e detecção da radiação espalhada e que começaram a ser comercializados no início da década de 1990 tiveram e tem o papel central nesse crescimento.

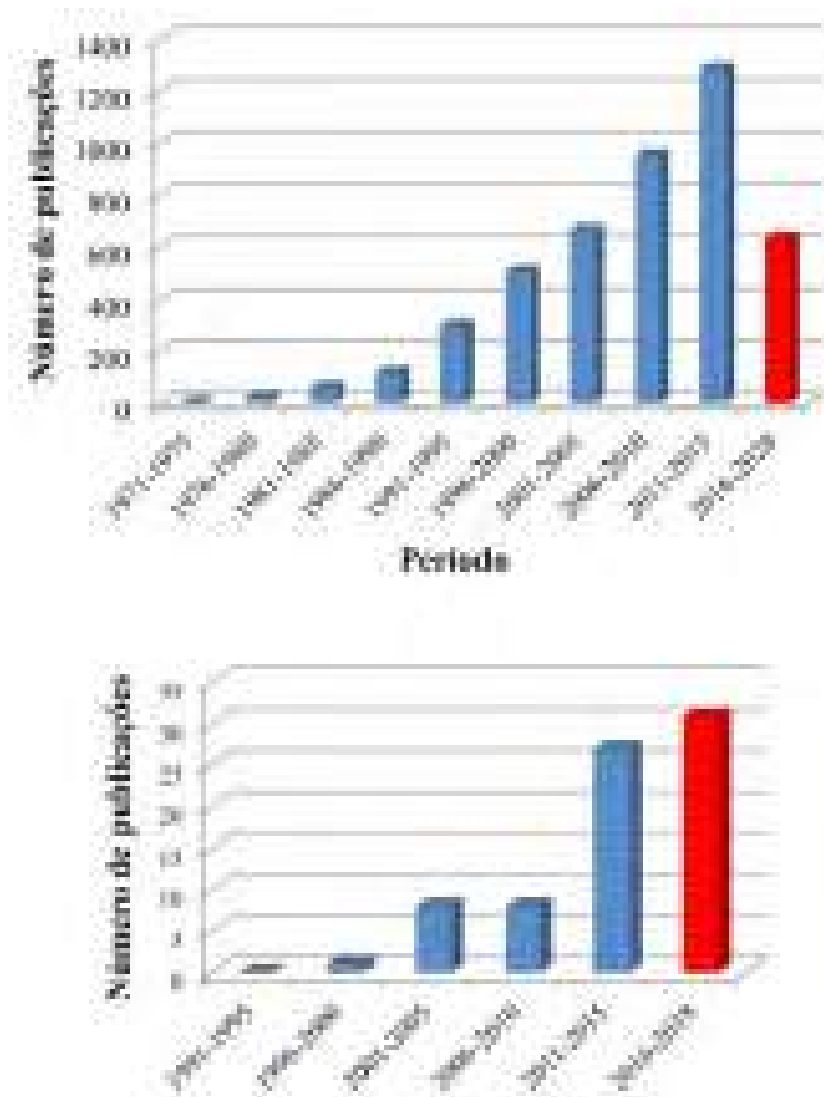


Figura 7:- Acima: gráfico mostrando a evolução no número de publicações usando *Raman Microscopy* como palavra chave ao longo do tempo. O período de 2016-2020 é incompleto e diz respeito ao período de janeiro de 2016 a junho de 2018. Abaixo, o gráfico restringe-se às publicações sobre bens culturais.

No âmbito da Ciência do Patrimônio, a técnica vem sendo aplicada em estudos variados. No caso de pinturas rupestres diversas publicações podem ser encontradas na literatura (DARCHUK et al., 2010; DE FARIA e LOPES, 2011; DE FARIA e MENEZES, 2011; ROUSAKI et al., 2015; SEPULVEDA et al., 2015; MOYA et al., 2016; TASCÓN et al., 2016; GHECO et al., 2017; ROUSAKI et al., 2017; TRONCOSO et al., 2017; MORILLAS et al., 2018) sendo que o objetivo mais frequente é a identificação de pigmentos usados na produção das pinturas (DARCHUK et al., 2010; ROUSAKI et al., 2015; TASCÓN et al., 2016; GHECO et al., 2017; ROUSAKI et al., 2017) com a perspectiva de ampliar o conhecimento sobre práticas e técnicas dominadas por diferentes culturas ou, ainda, compreender melhor os processos associados à deterioração dos pictogramas (DE FARIA e MENEZES, 2011; TOMASINI ET AL., 2012; FARIAS FILHO et al., 2017; MORILLAS et al., 2018). Tais análises foram usualmente feitas em amostras coletadas das pinturas seguindo procedimentos aprovados pelos órgãos de proteção ao patrimônio cultural, mas há uma publicação na qual os espectros foram obtidos *in situ* com o uso de instrumento portátil com duas radiações de excitação (532 nm and 785 nm) (ROUSAKI et al., 2017); nesse artigo são destacadas algumas das dificuldades encontradas no uso em campo desse tipo de instrumento.

Ensaios em laboratório usando espectroscopias Raman e FTIR e Cromatografia a Gás acoplada a Espectrometria de Massa (GC-MS), mostraram que óxido de ferro (III) e de manganês (IV) aceleram a decomposição de linoleato de metila, empregado para simular o comportamento de aglutinantes, concluindo que esse fator deve ser levado em conta quando se busca vestígios dessas substâncias, que sabidamente se degradam ao longo do tempo, em pinturas rupestres (BERNARDINO et al., 2014). Diversos lipídios de potencial interesse como aglutinantes e seus produtos de degradação foram investigados por espectroscopia Raman, Ressonância Magnética Nuclear (NMR) e GC-MS (MAIER et al., 2005).

A investigação de objetos cerâmicos ou seus fragmentos tem um interesse especial porque a identificação dos materiais usados em sua confecção ou o modo como foram processados podem permitir não somente uma melhor compreensão das técnicas dominadas por determinadas culturas, mas também avaliar a existência de rotas de comércio entre as mesmas. Nos artigos disponíveis na literatura, as cerâmicas são estudadas buscando principalmente a identificação de pigmentos (DE LA FUENTE e MARTINEZ, 2008; CAVALHERI et al., 2010; ACEVEDO et al., 2012; BUGLIANI et al., 2012; CENTENO et al., 2012; MARTE et al., 2012; OSORIO et al., 2014; FRERE et al., 2016; PUENTE et al., 2017; FREITAS et al., 2018) e técnicas usadas na produção dos artefatos (PUGLIERI et al., 2018).

Similarmente, pinturas murais também tem atraído o interesse de pesquisadores, especialmente aquelas localizadas em igrejas (ARAYA et al., 2014; TOMASINI et al., 2016; RUA et al., 2017; TASCÓN et al., 2017), mas murais em outros contextos também foram investigados como os feitos pelos Mochicas do Vale do Jequetepeque (SARDOS et al., 2017), além de murais contemporâneos (AGUAYO et al., 2011; MORETTI et al., 2013).

Policromias em madeira vem sendo analisadas por pesquisadores sul americanos na tentativa de compreender as técnicas e materiais empregados no período colonial (TOMASINI et al., 2015; FREITAS et al., 2016). Da mesma forma, pinturas sobre tela, madeira ou metal são estudadas com diferentes perspectivas, como a caracterização de materiais e técnicas (DE OLIVEIRA et al., 1998; HALAC et al., 2012; MARTE et al., 2014; BADILLO-SANCHEZA e BAUMANN, 2016; RODRIGUEZ-GACITUA et al., 2016; TOMASINI et al., 2016) assim como sua degradação, levando à formação de eflorescência em sua superfície (PUGLIERI et al., 2016).

A identificação de corantes e pigmentos por espectroscopia Raman é um procedimento que vem se tornando rotineiro em investigações de bens culturais e é o tópico mais recorrente nos estudos empregando a técnica, inclusive na América do Sul (DE OLIVEIRA et al., 1998; DE LA FUENTE e MARTINEZ, 2008; AGUAYO et al., 2010; DARCHUK et al., 2010; DE FARIA e PUGLIERI, 2011; DE FARIA et al., 2011; ACEVEDO et al., 2012; BUGLIANI et al., 2012; CENTENO et al., 2012; HALAC et al., 2012; MARTE et al., 2012; TOMASINI et al., 2012; MORETTI et al., 2013; SEPULVEDA et al., 2013; TOMASINI et al., 2013; MARTE et al., 2014; OGALDE et al., 2014; ACEVEDO et al., 2015; OGALDE et al., 2015; SEPULVEDA et al., 2015; TOMASINI et al., 2015; DE FARIA e PUGLIERI, 2016; FREIRE et al., 2016; TOMASINI et al., 2016). Algumas publicações que não envolvem bens culturais sul americanos, mas que resultaram de análises realizadas no Brasil também podem ser citados, como é o caso de pigmentos egípcios antigos (DAVID et al., 2001; EDWARDS et al., 2004) e de pigmentos em pinturas murais romano-britânicas na região de Northamptonshire, Reino Unido (EDWARDS et al., 2003).

É importante frisar, entretanto, que a identificação adequada de corantes e pigmentos depende do uso de espectros de referência confiáveis: demonstrou-se que espectros atribuídos na literatura à caolinita correspondiam na verdade a anatase (TiO_2) que possui secção de choque para espalhamento Raman muito maior do que a do argilomineral (MURAD, 1997); outro estudo realizado recentemente mostrou que a literatura reportava erroneamente o espectro da tartrazina (corante sintetizado pela primeira vez no final do Século 19) como sendo do pigmento amarelo da Índia que teria sido usado entre os Séculos XV e XIX (DE FARIA et al., 2017); foi demonstrado ainda que a intensidade da banda em *ca.* 660 cm^{-1} no espectro da hematita

não pode ser tomada como indicador de que o pigmento vermelho foi produzido intencionalmente pelo aquecimento e desidratação de goethita (DE FARIA e LOPES, 2007) e, como último exemplo, a espectroscopia Raman foi usada recentemente para demonstrar que a coloração turquesa de simulantes de azul maia (material híbrido formado por índigo e paligorsquita) não é devida à formação de dehidroíndigo (DHI), uma forma oxidada de índigo (BERNARDINO et al., 2018).

Outro aspecto importante que vem sendo explorado em estudos mais aprofundados é aquele relacionado às características e propriedades do pigmento em si, como é o caso do *caput mortuum*, um pigmento histórico de coloração púrpura constituído por Fe_2O_3 . A origem dessa coloração foi o objeto dos estudos (DE OLIVEIRA et al., 2002) e resultados experimentais recentes mostram que a coloração não está relacionada ao tamanho das partículas do pigmento, mas sim a defeitos estruturais que tem impacto em seu espectro de absorção no visível e infravermelho próximo, afetando sua coloração (SANTOS, 2018).

Há uma conexão muito importante, que vem ganhando destaque, entre a caracterização de bens culturais e a Química Forense, devido à prática da lavagem de dinheiro através de obras de arte. Corantes e pigmentos podem ser usados como marcadores de tempo, caso sejam conhecidas suas datas de introdução e/ou descontinuidade de uso no mercado. Usando esse tipo de informação foi possível identificar uma reprodução de gouache atribuída a Maurice Utrillo (DE FARIA e PUGLIERI, 2016) e encontrar incompatibilidade entre a data atribuída a um desenho colorido supostamente de autoria de Tarsila do Amaral, uma importante artista brasileira, e os colorantes identificados no desenho (DE FARIA e PUGLIERI 2011).

Estudos sobre têxteis e seus colorantes geralmente se defrontam com forte luminescência apresentada pelas amostras, razão pela qual é frequentemente necessário utilizar o efeito SERS (*Surface Enhanced Raman Scattering*) (Le Ru e Etchegoen, 2008) para a obtenção de espectros. Foi dessa forma que amostras de fibras coloridas (vermelhas e verdes) do período pré-Colombiano encontradas no Perú foram caracterizadas (BERNARDINO et al., 2015); o efeito SERS foi também empregado no estudo de sedas tingidas (AGUAYO et al., 2013) e de cintos Mapuche (CAMPOS-VALLETTE et al., 2017).

A corrosão de objetos feitos em metal também é tema de interesse, em especial no contexto da conservação preventiva. Chumbo é um metal frequentemente encontrado em bens culturais (apesar de estar banido atualmente por sua toxicidade) e estudos sobre sua corrosão por compostos orgânicos voláteis (VOCs – *volatile organic compounds*) emitidos tanto por fontes naturais como a madeira, quanto por fonte antropogênicas como resinas, tintas, colas etc. foram recentemente publicados (DE FARIA e PUGLIERI, 2010; DE FARIA et al., 2013; PUGLIERI et al., 2014). Essas publicações demonstram que atenção especial deve ser dedicada às condições de armazenamento e manejo de bens culturais, inclusive aqueles que já se encontram deteriorados, para os quais a identificação dos produtos de corrosão formados tem especial relevância (BARBOSA et al., 2018).

Há um número substancialmente menor de estudos usando espectroscopia Raman de biomateriais no contexto da Ciência do Patrimônio do que de substâncias inorgânicas e certamente uma das principais razões para isso é sua maior susceptibilidade à deterioração, o que aumenta a complexidade do estudo e geralmente implica em luminescência, dificultando o uso da espectroscopia Raman. Talvez a primeira investigação sobre biomateriais coletados em sítios da América do Sul usando espectroscopia Raman tenha sido a das múmias Chiribaya em 1999 (as análises foram realizadas na Europa) (GNIADOCKA et al., 1999), e a ele seguiram-se estudos de ossos encontrados em sepultamentos em sambaquis no sul do Brasil (DE FARIA et al., 2005; EDWARDS et al., 2001) e de artefatos de resina usados por indígenas como adornos labiais perfurantes (tembetás) (DE FARIA et al., 2004; DE FARIA et al., 2005).

A preocupação com a conservação preventiva desses bens também pode ser encontrada na publicação que reporta o desenvolvimento de sensores capazes de identificar precocemente a ação de agentes químicos potencialmente agressivos (CAVICCHIOLI e DE FARIA, 2006) através de microbalanças de quartzo recobertas com filmes de substâncias susceptíveis

à determinados agentes químicos, como VOCs, e físicos, como variações bruscas de temperatura e umidade relativa. Outro exemplo é aquele no qual cimentos usados na restauração do Obelisco Tello (Lima, Perú), feito em granito, foram analisados na tentativa de compreender como a composição química afeta sua eficiência como consolidante (MORILLAS et al., 2018).

Apesar de menos intensamente estudadas, as contas são objetos que chamam a atenção pela sua importância em sociedades antigas. A espectroscopia Raman foi empregada no estudo de contas encontradas nos sítios arqueológicos de Sipán (Lambaieque, Perú) (DE FARIA et al., 2014), em contas de pedra provenientes da Sierra Nevada de Santa Marta, Colômbia (ACEVEDO et al., 2016) e em contas de vidros usadas como moeda de troca por escravos (RIBEIRO et al., 2016).

CONCLUSÕES

Este texto não pretendeu apresentar uma revisão bibliográfica exaustiva dos trabalhos produzidos na América do Sul nos quais a espectroscopia Raman foi empregada no campo da Ciência do Patrimônio. Pretendeu-se apenas fazer um levantamento amplo da literatura que evidencia o crescimento no uso da técnica e a ampla gama de aplicações a que atende, na expectativa de novas frentes de investigação, considerando o riquíssimo patrimônio histórico, artístico e cultural sul americano. Por esse motivo, a primeira parte deste texto contempla aspectos básicos da espectroscopia Raman que talvez possam ser úteis àqueles que não tenham familiaridade com essa ferramenta analítica.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp, processo número 16/21070-5).

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, Veronica J.; LOPEZ, Mariel A.; FREIRE, Eleonora; HALAC, Emilia B.; POLLA, Griselda; REINOSO, Maria. Study of pigments used in black-on-red ceramics from Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Boletín Del Museo Chileno De Arte Precolombino*, 17, p. 39-51, 2012.
- ACEVEDO, Natalia; WEBER, Marion; GARCIA-CASCO, Antonio; PROENZA, Joaquin Antonio; SAENZ, Juanita; CARDONA, Agustin. A first report of variscite tairona artifacts (A.D. 1100-1600) from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, and its implications for precolumbian exchange networks in the region. *Latin American Antiquity*, 27, p. 549-560, 2016.
- ACEVEDO, Veronica J.; LOPEZ, Mariel A.; FREIRE, Eleonora; HALAC, Emilia B.; POLLA, Griselda; REINOSO, Mara; MARTE, Fernando. Caracterización arqueométrica de pigmentos color negro de material cerámico de la quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Chungara - Revista de Antropología Chilena*, 47, p. 229-238, 2015.
- ADAR, F.; DELHAYE, M.; DASILVA, E. Evolution of instrumentation for detection of the Raman effect as driven by available technologies and by developing applications. *Journal of Chemical Education*, 84, p. 50-60, 2007.
- AGUAYO, T.; CLAVIJO, E.; VILLAGRAN, A.; ESPINOSA, F.; SAGUES, F.E.; CAMPOS-VALLETTE, M. Raman Vibrational Study of Pigments with patrimonial interest for the Chilean Cultural Heritage. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 55, p. 347-351, 2010.
- AGUAYO, T.; CLAVIJO, E.; EISNER, F.; OSSA-IZQUIERDO, C.; CAMPOS-VALLETTE, M. Raman spectroscopy in the diagnosis of the wall painting History of Concepcion, Chile. *Journal of Raman Spectroscopy*, 42, p. 2143-2148, 2011.
- AGUAYO, Tomas A.; GARRIDO, C.; CLAVIJO, R.E.; GOMEZ-JERIA, J.S.; MONASTERIO, C.A.; ICAZA, M.; MORA-GA, F.E.; VALLETTE, Marcelo M. Campos. Raman and Surface Enhanced Raman Scattering of a black dyed silk. *Journal of Raman Spectroscopy*, 44, p. 1238-1245, 2013.
- ARAYA, C.; JAQUE, J.; NARANJO, N.; ICAZA, M.; CLAVIJO, R.E.; AGUAYO, T.; CAMPOS-VALLETTE, M.M. Raman Characterization of Pigments in Painted Beams and a Wall Painting Discovered in the San Francisco Church in Santiago, Chile. *Spectroscopy Letters*, 47, p. 177-183, 2014.
- BADILLO-SANCHEZA, Diego e BAUMANN, Wolfram. Comparative palette characterization of oil-on-canvas paintings of two well-known 19th-century Colombian artists by confocal Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, 47, p. 1540-1547, 2016.
- BARBOSA, A. L.; JIMENEZ, C.; MOSQUERA, J.A. Detection of Iron Phases Presents in Archaeological Artifacts by Raman Spectroscopy. *Corrosion Science and Technology-Korea*, 17, p. 60-67, 2018.
- BERNARDINO, Nathalia D'Elboux; PUGLIERI, Thiago Sevilhano; DE FARIA, Dalva L. A.). Effect of MnO₂ and alpha-Fe₂O₃ on organic binders degradation investigated by Raman spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 70, p. 70-77, 2014.
- BERNARDINO, N.D.; DE FARIA D.L.; NEGRÓN A.C. Applications of Raman spectroscopy in archaeometry: An investigation of pre-Columbian Peruvian textiles. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 4, p. 23-31, 2015.
- BERNARDINO, N.D.; CONSTANTINO, V.R.; DE FARIA, D.L. Probing the Indigo Molecule in Maya Blue Simulants with Resonance Raman Spectroscopy. *The Journal of Physical Chemistry C.*, 122, p. 11505-11515, 2018.
- BORMAN, S.A. Nonlinear Raman Spectroscopy, *Analytical Chemistry*, 54, p. 1021A-1026A, 1982.

- BUGLIANI, M.F.; DI LELLO, Claudia; FREIRE, Eleonora; POLLA, Griselda; PETRAGALLI, Alicia; REINOSO, Maria; HALAC, Emilia B. The use of Raman Spectroscopy, X-Ray Diffraction and Electron Microscopy in the analysis of pigments from Vaquerias ceramics. *Boletín Del Museo Chileno De Arte Precolombino*, 17, p. 65-74, 2012.
- CABANNES, J. e DAURE, P. Analyse spectroscopique de la lumière obtenue par diffusion moléculaire d'une radiation monochromatique au sein d'un fluide. *Comptes Rendu de l'Académie des Science de Paris*, 186, p.1533, 1928.
- CAMPOS, Marcelo M.V. e AGUAYO, Tomas A. Vibrational spectroscopy for the study of Chilean cultural heritage. *Heritage Science*, 3, 2015. <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0047-0>.
- CAMPOS-VALLETTE, M.M.; RODRIGUEZ, M.J.; CHAPANOFF, M.A.; CLAVIJO, E.; GOMEZ-JERIA, J.S.; ALIAGA, A.E.); JARA, G.P.; CELIS, F.; PAIPA, C.; LEYTON, P. SERS spectrum of red dyes in the Mapuche belts from the beginning of the XXth century. *Journal of Raman Spectroscopy*, 48, p. 958-965, 2017.
- CAVALHERI, Adriana S.; BALAN, Ana M. O. A.; KUNZLI, Ruth; CONSTANTINO, Carlos J. L. Vibrational spectroscopy applied to the study of archeological ceramic artifacts from Guarani culture in Brazil. *Vibrational Spectroscopy*, 54, p. 164-168, 2010.
- CAVICCHIOLI, Andrea e DE FARIA, Dalva L. A. Impedance analysis of varnish-modified crystal quartz resonators coupled with FT-IR and FT-Raman: Assessment of the environmental impact on artistic materials in conservation sites. *Sensors and Actuators B-Chemical*, 115, p. 656-665, 2006.
- CENTENO, Silvia A.; WILLIAMS, Veronica I.; LITTLE, Nicole C.; SPEAKMAN, Robert I. Characterization of surface decorations in Prehispanic archaeological ceramics by Raman spectroscopy, FTIR, XRD and XRF. *Vibrational Spectroscopy*, 58, p. 119-124, 2012.
- COMPTON, A.H. A quantum theory of the scattering of X-rays by light elements. *Physical review*, 21, p. 483-502, 1923.
- DARCHUK, L.; TSYBRII, Z.; WOROBIEC, A.; VAZQUEZ, C.; PALACIOS, O.M.; STEFANIAK, E.A.; ROTONDO, G.G.; SIZOV, F.; VAN GRIEKEN, R. Argentinean prehistoric pigments' study by combined SEM/EDX and molecular spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 75, p. 1398-1402, 2010.
- DAVID, A.R.; EDWARDS, H.G.M.; FARWELL, D.W.; DE FARIA, D.L.A. Raman spectroscopic analysis of ancient Egyptian pigments. *Archaeometry*, 43, p. 461-473, 2001.
- DE BOER, J.V. Infrared reflectography: a method for the examination of paintings. *Applied Optics*, 7, p. 1711-1714, 1968.
- DE FARIA, D.L.A.; EDWARDS, H.G.M.; AFONSO, M.C.; BRODY, R.H.; MORAIS, J.L. Raman spectroscopic analysis of a tembeta: a resin archaeological artefact in need of conservation. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60, p. 1505-1513, 2004.
- DE FARIA, D.L.A.; EDWARDS, H.G.M.; AFONSO, M.C. Case study: Raman spectroscopy of archaeological biomaterials: Ochred bones and resin tembeta. IN: EDWARDSH.G.M.; CHALMERS, J.M., eds. *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*. RSC Analytical Spectroscopy Monographs. Cambridge: The Royal Society of Chemistry Publishing, 2005, p. 280-291.
- DE FARIA, D.L.A. e LOPES, F.N. Heated goethite and natural hematite: Can Raman spectroscopy be used to differentiate them? *Vibrational Spectroscopy*, 45, p. 117-121, 2007.
- DE FARIA, Dalva Lúcia A. e PUGLIERI, Thiago S. Indoors lead corrosion: Reassessing the role of formaldehyde. *Vibrational Spectroscopy*, 54, p. 159-163, 2010.
- DE FARIA, Dalva Lúcia A. e PUGLIERI, Thiago S. An example of Raman Microscopy application in the authentication of artworks. *Química Nova*, 34, p. 1323-1327, 2011.

- DE FARIA, Dalva Lucia A.; LOPES, Francisco N.; SOUZA, Luiz Antonio C.; BRANCO, Helena David O.C. Rock Art from Abrigo do Janelão (Minas Gerais) investigated by Raman Microscopy. *Química Nova*, 34, p. 1358-1364, 2011.
- DE FARIA, D.L.A.; LAGE, M.C.S.M. In: Rock art: further studies at Serra da Capivara National Park (Piauí, Brazil). In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE ARQUEOMETRIA, 3, Arica, 2011. Resumos. Arica: Universidad de Tarapacá, s.d. p.28.
- DE FARIA, Dalva L. A.; PUGLIERI, Thiago S.; SOUZA, Luiz Antonio C. Metal Corrosion in Polychrome Baroque Lead Sculptures: a Case Study. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 24, p. 1345-1350, 2013.
- DE FARIA, D.L.A.; SAETONE, E.; ALVA, W. Beds from Huaca Rajada (Lambayeque, Peru). In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE ARQUEOMETRIA, 4, Cidade do México, 2014. Resumos. Cidade do México: Universidad Nacional Autónoma de México, s.d. p. 49-50.
- DE FARIA, Dalva L. A. e PUGLIERI, Thiago S. Differentiating reproductions from original paintings: An interesting case study. *Química Nova*, 39, p. 542-547, 2016.
- DE FARIA, D.L.A.; EDWARDS, H.G.M.; CAREAGA, V.; WALT, Nicholas; MAIER, Marta S. A definitive analytical spectroscopic study of Indian yellow, an ancient pigment used for dating purposes. *Forensic Science International*, 271, p. 1-7, 2017.
- DE LA FUENTE, Guillermo Adrian e MARTINEZ, Juan M. P. Studying paintings on “Aguada Portezuelo” archaeological ceramics (ca. AD 600-900) from northwest Argentina: new evidence from an archaeometric approach using Raman Microspectroscopy (RMS). *Intersecciones en Antropología*, 9, p. 173-186, 2008.
- DELHAYE, M.; DHAMELINCOURT, P. Raman Microprobe and microscope with laser excitation. *Journal of Raman Spectroscopy*, 3, p. 33-43, 1975.
- DE OLIVEIRA, L.F.C.; BOSCAN, J.D.R.P.; SANTOS, P.S.; TEMPERINI, M.L.A. Identification of pigments from Candido Portinari’s oil painting “Portrait of Murilo Mendes” by Raman microscopy. *Química Nova*, 21, p. 172-175, 1998.
- DE OLIVEIRA, L.F.C.; EDWARDS, H.G.M.; FROST, R.L.; KLOPROGGE, J.T.; MIDDLETON, P.S. Caput mortuum: spectroscopic and structural studies of an ancient pigment. *Analyst*, 127, p. 536-541, 2002.
- EDWARDS, H.G.M.; FARWELL, D.W.; DE FARIA, D.L.A.; MONTEIRO, A.M.F.; AFONSO, M.C.; DE BLASIS, P.; EGGERS, S. Raman spectroscopic study of 3000-year-old human skeletal remains from a sambaqui, Santa Catarina, Brazil. *Journal of Raman Spectroscopy*, 32, p. 17-22, 2001.
- EDWARDS, H.G.M.; MIDDLETON, P.S.; VILLAR, S.E.J.; DE FARIA, D.L.A. Romano-British wall-paintings II: Raman spectroscopic analysis of two villa sites at Nether Heyford, Northants. *Analytica Chimica Acta*, 484, p. 211-221, 2003.
- EDWARDS, H.G.M.; VILLAR, S.E.J.; DAVID, A.R.; DE FARIA, D.L.A. Nondestructive analysis of ancient Egyptian funerary relics by Raman spectroscopic techniques. *Analytica Chimica Acta*, 503, p. 223-233, 2004.
- EDWARDS, H.G.M.; CHALMERS, J.M., eds. *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry Publishing, 2005. 476p. (ISBN 0-85404-522-8).
- EDWARDS, Howell G. M.; ELKIN, Dolores; MAIER, Marta S. Raman spectroscopic analysis of archaeological specimens from the wreck of HMS Swift, 1770. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374, 2016. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0053>
- EDWARDS, H.G.M.; VANDENABEELE, P., eds. *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History: Volume 2*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry Publishing, 2019. 330p. (ISBN 978-1-78801-565-3).

- FABELINSKIĪ, I.L. Seventy years of combination (Raman) scattering. *Physics-Uspekhi*, 41, p. 1229-1247, 1998.
- FARIAS FILHO, Benedito Batista; LAGE, Maria Conceição S.M.; LIMA, Rassiús Alexandre M. Chemical study of salts efflorescences of the archaeological site Toca Exu do Jurubeba of the National Park Serra da Capivara, Piauí, Brazil. *Química Nova*, 40, p. 983-988, 2017.
- FREIRE, E.; ACEVEDO, V.; HALAC, E.B.; POLLA, G.; LOPEZ, M.; REINOSO, M. X-ray diffraction and Raman spectroscopy study of white decorations on tricolored ceramics from Northwestern Argentina. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 157, p. 182-185, 2016.
- FREITAS, Renato P.; RIBEIRO, Iohanna M.; CALZA, Cristiane; OLIVEIRA, Ana L.; FELIX, Valter S.; FERREIRA, Douglas S.; PIMENTA, Andre R.; PEREIRA, Ronaldo V.; PEREIRA, Marcelo O.; LOPES, Ricardo T. Analysis of a Brazilian baroque sculpture using Raman spectroscopy and FT-IR. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 154, p. 67-71, 2016.
- FREITAS, Renato P.; COELHO, Filipe A.; FELIX, Valter S.; PEREIRA, Marcelo O.; DE SOUZA, Marcos Andre T.; ANJOS, Marcelino J. Analysis of 19th century ceramic fragments excavated from Pirenópolis (Goiás, Brazil) using FT-IR, Raman, XRF and SEM. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 193, p. 432-439, 2018.
- FRERE, Maria M.; GONZALEZ, Maria I.; DI LELLO, Claudia; POLLA, Griselda; FREIRE, Eleonora; HALAC, Emilia B.; REINOSO, Maria; CUSTO, Graciela; ORTIZ, Marta. Use of colorants in pottery fragments coverings from the Rio Salado (Buenos Aires Province, Argentina). *Intersecciones en Antropología*, 17, p. 45-55, 2016.
- GHECO, Lucas; GASTALDI, Marcos; MARTE, Fernando; QUESADA, Marcos; TASCÓN, Marcos; MASTRANGÉLO, Noemi. About fires and paintings: Three stratigraphic insights on the history of a cave with prehispanic rock art. *Journal of Archaeological Science-Reports*, 15, p. 48-58, 2017.
- GNIADÉCKA, M.; EDWARDS, H.G.M.; HANSEN, J.P.H.; NIELSEN, O.F.; CHRISTENSEN, D.H.; GUILLEN, S.E.; WULF, H.C. Near-infrared Fourier transform Raman spectroscopy of the mummified skin of the alpine Iceman, Qilakitsoq Greenland mummies and Chiribaya mummies from Peru. *Journal of Raman Spectroscopy*, 30, p. 147-153, 1999.
- HALAC, Emilia B.; REINOSO, Maria; LUDA, Marcelo; MARTE, Fernando. Raman mapping analysis of pigments from Proas Iluminadas by Quinquela Martín. *Journal of Cultural Heritage*, 13, p. 469-473, 2012.
- HIRSCHFELD, T. Raman microprobe - Vibrational spectroscopy in femtogram range. *Journal of the Optical Society of America*, 63, p. 476-477, 1973.
- LANDSBERG, G. e MANDELSTAM, L. Über die lichtzerstreuung in kristallen. *Zeitschrift für Physik*, 50, p. 769-780, 1928.
- LEITE, R.C. e PORTO, S.P. Continuous Photoelectric Recording of the Raman Effect in Liquids Excited by the He-Ne Red Laser. *Journal of the Optical Society of America*, 54, p.981-983, 1964
- LE RU, E.C.; ETCHEGOIN, P.G. *Principles of Surface-Enhanced Raman Spectroscopy and related plasmonic effects*. Amsterdã: Elsevier, 2009. 688p.
- LONG, D.A. *The Raman Effect: A Unified Treatment of the Theory of Raman Scattering by Molecules*. Chichester: Wiley, 2002. 624p.
- MAIER, M.S.; DE FARIA, D.L.A.; BOSCHIN, M.T.; PARERA, S.D. Characterization of reference lipids and their degradation products by Raman spectroscopy, nuclear magnetic resonance and gas chromatography-mass spectrometry. *Arkivoc*, 12, p. 311-318, 2005.

- MAIER, M.S.; DE FARIA, D.L.A.; BOSCHIN, M.T.; PARERA, S.D.; BERNAL, M.F.C. Combined use of vibrational spectroscopy and GC-MS methods in the characterization of archaeological pastes from Patagonia. *Vibrational Spectroscopy*, 44, p. 182-186, 2007.
- MARTE, Fernando; ACEVEDO, Veronica J.; MASTRANGELO, Noemi. Combined archaeometric techniques applied to the analysis of “tri-color” ceramic designs from Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Boletín Del Museo Chileno De Arte Precolombino*, 17, p. 53-64, 2012.
- MARTE, Fernando; CAREAGA, Valeria P.; MASTRANGELO, Noemi; DE FARIA, Dalva L. A.; MAIER, Marta S. The Sibyls from the church of San Pedro Telmo: a micro-Raman spectroscopic investigation. *Journal of Raman Spectroscopy*, 45, p. 1046-1051, 2014.
- MORETTI, P.; GALLEGOS, D.; MARTE, F.; BRUNETTI, B.; SGAMELLOTTI, A.; MILIANI, C. (Miliani, Costanza). Materials and techniques of twentieth century Argentinean murals. *Procedia Chemistry*, 8, p. 221-230, 2013.
- MORILLAS, Hector; MAGUREGUI, Maite; BASTANTE, Jose; HUALLPARIMACHI, Gladys; MARCAIDA, Iker; GARCIA-FLORENTINO, Cristina; ASTETE, Fernando; MADARIAGA, Juan M. Characterization of the Inkaterra rock shelter paintings exposed to tropical climate (Machupicchu, Peru). *Microchemical Journal*, 137, p. 422-428, 2018.
- MORILLAS, Hector; MAGUREGUI, Maite; HUALLPARIMACHI, Gladys; MARCAIDA, Iker; GARCIA-FLORENTINO, Cristina; LUMBRERAS, Luis; ASTETE, Fernando; MADARIAGA, Juan M. Multianalytical approach to evaluate deterioration products on cement Check for used as consolidant on lithic material: The case of Tello Obelisk, Lima (Peru). *Microchemical Journal*, 139, p. 42-49, 2018.
- MOYA, Francisca; TRONCOSO, Andres; SEPULVEDA, Marcela; CARCAMO, Jose; GUTIERREZ, Sebastian. Rock art paintings in the semiarid North of Chile: A first physical and chemical approach from the Limari’s River Basin. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 21, p. 47-64, 2016.
- MURAD, E. Identification of minor amounts of anatase in kaolins by Raman spectroscopy. *American Mineralogist*, 82, p. 203-206, 1997.
- OGALDE, Juan P.; SALAS, Cristian O.; LARA, Nelson; LEYTON, Patricio; PAIPA, Carolina; CAMPOS-VALLETTE, Marcelo; ARRIAZA, Bernardo. Multi-instrumental identification of orpiment in archaeological mortuary contexts. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 59, p. 2571-2573, 2014.
- OGALDE, Juan P.; ARRIAZA, Bernardo; PAIPA, Carolina; LEYTON, Patricio; CAMPOS-VALLETTE, Marcelo; LARA, Nelson; SALAS, Cristian; TAPIA, Pedro. Multi-instrumental characterization of two red pigments in funerary archaeological contexts from northern Chile. *Interciencia*, 40, p. 875-880, 2015.
- OSORIO, F.; FLEMING, G.D.; MARTINEZ, U.; CAMPOS-VALLETTE, M.M.; CLAVIJO, E.; ALIAGA, A.E.; ESPINOSA, M.F.; BRACCHITTA, D. Micro-Raman spectroscopy of decorated pottery of the Diaguita culture from IV Region, Chile (9th-15th Century AD). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 59, p. 2619-2621, 2014.
- PUENTE, Veronica; DESIMONE, P.M.; TOMBA, J.P.; LOPEZ, Jose M. Porto. Compositional variability of pigments of Belen-style prehispanic ceramics from El Bolson Valley, Catamarca Province, Argentina. *Journal of Archaeological Science-Reports*, 12, p. 553-560, 2017.
- PUGLIERI, T.S.; DE FARIA D.L.; CAVICCHIOLI A. Indoor corrosion of Pb: Effect of formaldehyde concentration and relative humidity investigated by Raman microscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 71, p. 24-29, 2014.

- PUGLIERI, Thiago S.; LAVEZZO, Ariane S.; DOS SANTOS, Isabela F. S.; DE FARIA, Dalva L. A. Investigation on the hazing of a Brazilian contemporary painting. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 159, p. 117-122, 2016.
- PUGLIERI, T.S.; MILHEIRA, R.G.; DEL LAMA, E.A.; MAGON, P.M.; DO SANTOS, S.S. Multi-technique investigation of potshards of a cerrito (earthen mound) from southern Brazil. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2018 (DOI 10.1016/j.saa.2018.07.084).
- RAMAN, C.V. e KRISHNAN, K.S. The optical analogue of the Compton effect. *Nature*, 121, p.711, 1928.
- RAYLEIGH, L. XXXIV. On the transmission of light through an atmosphere containing small particles in suspension, and on the origin of the blue of the sky. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 47, p. 375-384, 1899.
- RIBEIRO, I.M.; FREITAS, R.P.; CALZA, C.; OLIVEIRA, A.L.; FELIX, V.S.; FERREIRA, D.S.; BATISTA, R.T.; GONCALVES, E.A.; PEREIRA, M.O.; BRITO, P.C.; LIMA, T.A. Analysis by raman spectroscopy and XRF of glass beads from excavations in the harbor area of rio de janeiro, Brazil. *Vibrational Spectroscopy*, 87, p. 111-115, 2016.
- RICCI, C.; MILIANI, C.; BRUNETTI, B.G.; SGAMELLOTTI, A. Non-invasive identification of surface materials on marble artifacts with fiber optic mid-FTIR reflectance spectroscopy. *Talanta*, 69, p.1221-1226, 2006.
- RODRIGUEZ-GACITUA, Camila; CAMPOS-VALLETTE, Marcelo; CELIS, Freddy. Raman identification of pigments in the work of the chilean contemporary visual artist Ignacio Gumucio. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 61, p. 3085-3089, 2016.
- ROSASCO, G.J.; ETZ, E.S.; CASSATT, W.A. The analysis of discrete fine particles by Raman spectroscopy, *Applied Spectroscopy*, 29, p.396-404, 1975.
- ROUSAKI, Anastasia; BELLELLI, Cristina; CALATAYUD, Mariana C.; ALDAZABAL, Veronica; CUSTO, Graciella; MOENS, Luc; VANDENABEELE, Peter; VAZQUEZ, C. Micro-Raman analysis of pigments from hunter-gatherer archaeological sites of North Patagonia (Argentina). *Journal of Raman Spectroscopy*, 46, p. 1016-1024, 2015.
- ROUSAKI, Anastasia; VAZQUEZ, Cristina; ALDAZABAL, Veronica; BELLELLI, Cristina; CALATAYUD, Mariana C.; HAJDUK, Adam; VARGAS, Emmanuel; PALACIOS, Oscar; VANDENABEELE, Peter; MOENS, Luc. The first use of portable Raman instrumentation for the in situ study of prehistoric rock paintings in Patagonian sites. *Journal of Raman Spectroscopy*, 48, p. 1459-1467, 2017.
- RUA, Carlos; SEPULVEDA, Marcela; GUTIERREZ, Sebastian; CARCAMO-VEGA, Jose J.; SURCO-LUQUE, Julio; CAMPOS-VALLETTE, Marcelo; GUZMAN, Fernando; CONTI, Paola; PEREIRA, Magdalena. Raman identification of pigments in wall paintings of the colonial period from bolivian churches in the Ruta de la Plata. *Conservation Science in Cultural Heritage*, 17, p. 117-137, 2017.
- SANTOS, ISABELA FERREIRA SODRÉ DOS. *Aspectos estruturais e sinérgicos na investigação de bens culturais: efeito de nanoestruturação na cor do pigmento α - Fe_2O_3 e da composição química na formação de eflorescências em duas pinturas*. (Tese de Doutorado) Instituto de Química, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.
- SARDOS, Nicola; DEL-SOLAR-VELARDE, Nino; CHAPOULIE, Remy; CASTILLO BUTTERS, Luis Jaime. Physico-chemical characterization of Mochica mural paintings: San Jose de Moro (8th to the 10th century AD). *Journal de la Societe des Americanistes*, 103, p. 217-235, 2017.

- SAVIELLO, D.; TONIOLO, L.; GOIDANICH, S.; CASADIO, F. Non-invasive identification of plastic materials in museum collections with portable FTIR reflectance spectroscopy: reference database and practical applications. *Microchemical Journal*, 124, p. 868-877, 2016.
- SEPULVEDA, Marcela; FIGUEROA, Valentina; PAGES-CAMAGNA, Sandrine. Copper pigment-making in the Atacama Desert (Northern Chile). *Latin American Antiquity*, 24, p. 467-482, 2013.
- SEPULVEDA, Marcela; GUTIERREZ, S.; CAMPOS-VALLETTE, M.; CLAVIJO, E.; WALTER, P.; CARCAMO, J.J. Raman spectroscopy and X-Ray Fluorescence in molecular analysis of yellow blocks from the archeological site Playa Miller 7 (Northern Chile). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 58, p. 1836-1839, 2013.
- SEPULVEDA, Marcela; GUTIERREZ, Sebastian; VALLETTE, Marcelo C.; STANDEN, Vivien G.; ARRIAZA, Bernardo T.; CARCAMO-VEGA, Jose J. Micro-Raman spectral identification of manganese oxides black pigments in an archaeological context in Northern Chile. *Heritage Science*, 3, 2015. <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0061-2>
- SINGH, R.; C, V. Raman and the Discovery of the Raman Effect. *Physics in Perspective*, 4, p. 399-420, 2002.
- STEGE, S.; STEGE, H.; BRETZ, S.; HAHN, O. Capabilities and limitations of handheld Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy (DRIFTS) for the analysis of colourants and binders in 20th-century reverse paintings on glass. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 195, p. 103-112, 2018.
- STRUTT, J.W. LVIII. On the scattering of light by small particles. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41, p.447- 454, 1871.
- TASCON, Marcos; MASTRANGELO, Noemi; GHECO, Lucas; GASTALDI, Marcos; QUESADA, Marcos; MARTE, Fernando. Micro-spectroscopic analysis of pigments and carbonization layers on prehispanic rock art at the Oyola's caves, Argentina, using a stratigraphic approach. *Microchemical Journal*, 129, p. 297-304, 2016.
- TASCON, Marcos; MASTRANGELO, Noemi; GALLEGOS, Damasia; MARTE, Fernando. Determination of materials and techniques involved in the mural paintings of San Miguel Church, Argentina. *Journal of Raman Spectroscopy*, 48, p. 1356-1364, 2017.
- TOMASINI, Eugenia; BASILE, Mara; RATTO, Norma; MAIER, Marta. Chemical evidence of environmental deterioration in rock art: a case study in western Tinogasta (Catamarca, Argentina). *Boletín del Museo Chileno De Arte Precolombino*, 17, p. 27-38, 2012.
- TOMASINI, E.; SIRACUSANO, G.; MAIER, M.S. Spectroscopic, morphological and chemical characterization of historic pigments based on carbon. Paths for the identification of an artistic pigment. *Microchemical Journal*, 102, p. 28-37, 2012.
- TOMASINI, Eugenia P.; HALAC, Emilia B.; REINOSO, Maria; DI LISCIA, Emiliano J.; MAIER, Marta S. Micro-Raman spectroscopy of carbon-based black pigments. *Journal of Raman Spectroscopy*, 43, p. 1671-1675, 2012.
- TOMASINI, Eugenia P.; LANDA, Carlos R.; SIRACUSANO, Gabriela; MAIER, Marta S. Atacamite as a natural pigment in a South American colonial polychrome sculpture from the late XVI century. *Journal of Raman Spectroscopy*, 44, p. 637-642, 2013.
- TOMASINI, Eugenia P.; DUBOIS, Cristian M.F.; LITTLE, Nicole C.; CENTENO, Silvia A.; MAIER, Marta S. Identification of pyroxene minerals used as black pigments in painted human bones excavated in Northern Patagonia by Raman spectroscopy and XRD. *Microchemical Journal*, 121, p. 157-162, 2015.

- TOMASINI, Eugenia P.; GOMEZ, Blanca; HALAC, Emilia B.; REINOSO, Maria; DI LISCIA, Emiliano J.; SIRACUSANO, Gabriela; MAIER, Marta S. Identification of carbon-based black pigments in four South American polychrome wooden sculptures by Raman microscopy. *Heritage Science*, 3, 2015. <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0049-y>
- TOMASINI, Eugenia; RODRIGUEZ, Diana C.; GOMEZ, Blanca A.; DE FARIA, Dalva L. A.; LANDA, Carlos R.; SIRACUSANO, Gabriela; MAIER, Marta S. A multi-analytical investigation of the materials and painting technique of a wall painting from the church of Copacabana de Andamarca (Bolivia). *Microchemical Journal*, 128, p. 172-180, 2016.
- TOMASINI, Eugenia P.; MARTE, Fernando; CAREAGA, Valeria P.; LANDA, Carlos R.; SIRACUSANO, Gabriela; MAIER, Marta S. Virtuous colours for Mary. Identification of lapis lazuli, smalt and cochineal in the Andean colonial image of Our Lady of Copacabana (Bolivia). *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374, 2016. <http://doi.org/10.1098/rsta.2016.0047>.
- TRONCOSO, Andres; MOYA, Francisca; SEPULVEDA, Marcela; CARCAMO, Jose J. First absolute dating of Andean hunter-gatherer rock art paintings from North Central Chile. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9, p. 223-232, 2017.

Recebido em: 17/08/2018

Aprovado em: 28/08/2018

Publicado em: 30/11/2018

PAISAGENS ARRUINADAS (E A DELICADA ARTE DE COLETAR COGUMELOS)

BLASTED LANDSCAPES (AND THE GENTLE ARTS OF PICKING MUSHROOMS)

Anna Lowenhaupt Tsing

Como citar este artigo:

TSING, Anna Lowenhaupt. Paisagens arruinadas (e a delicada arte de coletar cogumelos). Traduzido por Filipi Pompeu e Mariana Canazaro Coutinho. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 366-382, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



ICH | INSTITUTO DE
CIÊNCIAS
HUMANAS
UFG



Paisagens arruinadas (e a delicada arte de coletar cogumelos)¹²

Anna Lowenhaupt Tsing

Traduzido por Filipi Pompeu³ e Mariana Canazaro Coutinho⁴

Ruínas agora são os nossos jardins. Nossa subsistência é provida por paisagens degradadas, “arruinadas”. E mesmo o oásis mais promissor de fartura natural necessita de intervenções massivas para sua manutenção.

Em um movimentado mercado de cogumelos no sudoeste da China, negociantes estavam ansiosos para me explicar porque os japoneses valorizam tanto o *matsutake* (*Tricholoma matsutake*), cogumelos silvestres aromáticos, coletados em todo o Hemisfério Norte para exportar para o Japão. Depois do bombardeio atômico de Hiroshima durante a segunda Guerra Mundial, eles contaram, o primeiro ser vivo a crescer na paisagem explodida e arruinadas foi o *matsutake*. “Esses cogumelos devem ser fortes”, imaginaram, afirmando que o consumo dos cogumelos também fortalecia os japoneses. “*Matsutake* te dá energia”, eles dizem.

“Energia” não é como os japoneses descrevem o cogumelo. Mas certamente os chineses da região sudoeste precisam de energia para sobreviver e prosperar em sua própria paisagem rural arruinada, impactada pelas campanhas nacionais de produtividade, saqueada pelas elites corruptas e, acima de tudo, explorada intensamente pela subsistência dos camponeses. Por conta da reputação fortificante do *matsutake*, sua demanda tem se desenvolvido em toda a China - apesar de não ser parte da culinária tradicional. Talvez a história da multiplicação dos cogumelos, apesar do ataque nuclear, seja uma boa metáfora não apenas para a nova economia capitalista emergindo dos entulhos da modernização socialista, mas também para o papel estimulante dos produtos da floresta, a despeito de um histórico de impactos ambientais.

Há ainda mais ambivalência nesta história. *Matsutake*, como muitos outros cogumelos, são eficazes coletores de radioatividade. Estes *matsutake* surgidos das cinzas de Hiroshima podem ter sido fortes, mas também podem ter sido tóxicos para humanos e animais - ao menos a longo prazo. Este conteúdo tóxico, o veneno na oferenda, apenas fortalece a leitura metafórica. Formas emergentes do capitalismo global, dentro dos quais a China é um polo concentrado de atividade, extraem fortunas de paisagens arrasadas como dádiva e veneno. Cadeias de comércio global extraem não apenas *commodities*, mas também as histórias de violência que tornam possível a produção ultra barata desses bens. Assim como a história da bomba atômica estava incorporada no micélio dos *matsutake* de Hiroshima, assim, também, cada cadeia de produção de *commodities* carrega consigo histórias de danos à vida humana e não humana. Cada cogumelo *matsutake* conta uma história de paisagens arrasadas.

¹ O Grupo Mundial de Pesquisa de Matsutake (Timothy Choi, Lieba Faire, Michael Hathaway, Miyako Inoue, Shiho Satsuka e eu) está conduzindo um trabalho colaborativo sobre a cadeia global de commodity do matsutake. Pesquisas na China e no Japão foram promovidas com um subsídio da Toyota Foundation. Sou particularmente grata a Shiho Satsuka e Michael Hathaway por me ensinarem a respeito das paisagens japonesas e chinesas, respectivamente. Muito do material neste capítulo foi obtido através de entrevistas pessoais. Seguindo as convenções da Antropologia Cultural, os entrevistados não foram citados, salvo quando pareceu absolutamente necessário. Entretanto, expresso gratidão especial para Phil Cruz, Anne Harju, Chris Mickle, Ogawa Mankoto, Eira-Maija Savonen, Su Kaimai, Takeuchi Kazuhiko, e Xu Jianchu pela informação coletada neste capítulo. Peço desculpas por quaisquer erros que possa ter introduzido em suas explicações. Também agradeço a Noboru Ishikawa, Eben Kirksey e Heather Swanson por sua ajuda e encorajamento.

² Originalmente publicado como “TSING, Anna. Blasted landscapes (and the gentle arts of picking mushrooms). IN: KIRKSEY, Eben (Org.). *The Multispecies Salon*. Durham: Duke University. 2014. p. 87-109. Autorização da autora cedida em 15/11/2017.

³ Mestre em História pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil; Especialista em Arqueologia pela Universidade de Passo Fundo (UPF), Brasil.

⁴ Bachelor of Arts in English and History pela Carlow College St. Patricks, Ireland; Graduanda em História pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil.

Não obstante, a colheita de cogumelos é uma arte delicada e pode nos ensinar lições sobre maneiras de viver juntos em meios impactados. *Matsutake* nos lembra que algumas, mas não todas, formas de perturbação podem abrigar vida. Ainda não se pode cultivar o *matsutake*. Ele precisa de ambientes deteriorados por conta de suas relações essenciais com plantas pioneiras e solos mineralizados. Colônias de *matsutake*, desta forma, ensinam-nos sobre a transformação de mundos e o compartilhamento de energia, indo além dos conceitos de agricultura, com seu apelo a uma harmonia estável entre as pessoas e a cultura⁵. Nesta leitura, é impossível deixar de lado as paisagens arruinadas.

Este capítulo descreve a história ambiental de quatro florestas de *matsutake*, considerando que diferentes trajetórias de destruição e perturbação são tornadas ecologicamente viáveis, ao menos para algumas relações fitossociais, como entre o *matsutake*, pinheiros (*Pinus sp.*) e humanos. Deixe-me ser clara: este exemplo não procura justificar a destruição do meio ambiente, mesmo se aprendemos a conviver com isso. Algumas formas de destruição são piores do que outras para a possibilidade da vida. As florestas de *matsutake* são paisagens arruinadas vívidas; mas nem toda paisagem arruinada abriga o mesmo tipo de vitalidade.

PAISAGENS DESTRUÍDAS

No final do século XX, a modernização extraiu grandes montantes da vida no planeta. Florestas tropicais haviam sido derrubadas e saqueadas, depauperando estes antigos ecossistemas permanentemente. Grandes represas silenciam os rios. Salinização e envenenamento químico ameaçam vastas áreas de terra arável. Espécies estavam desaparecendo em ritmo alarmante. Declínio e bancarrota assombravam florestas industriais, outrora vitrines de produtividade sustentável. A emergência de minas, descarte de produção industrial, ruínas de guerra e emissões radioativas, planejadas ou não, varreram com vento e água, cobrindo regiões inteiras.

Talvez não seja por acaso que a consciência popular sobre toda esta destruição surgiu em concomitância com o abandono dos sonhos de empoderamento humano através da melhoria do bem-estar comunal. Governos nacionais têm cada vez mais desistido desta ideia, encorajando, ao invés disso, uma economia desregulada, “cada um por si”, onde todos estão livres para ficar ricos (ou saudáveis, ou bem alimentados) da forma que puderem. Corporações se distanciaram dos padrões de responsabilidade com funcionários ou comunidades para melhor estabelecer seu foco nos lucros da bolsa de valores. É claro, existem exceções, e estas “tendências” são, em grande parte, uma consequência do poder contingente histórico dos Estados Unidos para estabelecer padrões globais. Ainda assim, apesar destas exceções, estas tendências se firmaram no imaginário das pessoas, no mundo todo. Sua influência é mais evidente na expansão de uma “economia oportunista”⁶, tanto entre os pobres quanto entre os empresários poderosos ao redor do globo. Esses oportunistas aproveitam qualquer oportunidade para obter dinheiro⁷. Embora a mendicância sempre tenha sido uma prática popular em países pobres, sua atual apropriação se tornou modelo para a sobrevivência em países ricos também. Trabalhando nas brechas dentro do sistema de regulação, eles procuram as melhores chances para usar suas perícias escusas. Um setor exemplar deste tipo de economia é o tráfico de produtos ilegais (drogas, armas) do século XX; já que as linhas entre legal e ilegal são difíceis de definir para a estratégia oportunista. Mas a fórmula se expandiu além das expectativas do século XX (NORDSTROM, 2007). Cada cidade industrial arrasada, cada cen-

5 No sentido agrícola. (nota dos tradutores).

6 O termo original é “scrounging economy”, que é de difícil tradução. Em virtude do sentido construído ao redor do oportunismo exercido como tática econômica, sugere-se o conceito em questão.

7 Ainda que por razões diferentes (nota dos tradutores).

tro de agronegócio moderno depopulado, ou monocultura florestal a serviço da indústria; todos estão cheios de oportunistas. Muitos destes um dia foram empregados industriais, fazendeiros ou lenhadores. Hoje, tentam sobreviver entre suas ruínas.

Por sorte, ruínas às vezes estão cheias de tesouros. Em zonas sem radioatividade, cogumelos silvestres são os tesouros menos perigosos e mais vitais que podem ser encontrados. A coleta de cogumelos silvestres é um método de subsistência exemplar entre pessoas desempoderadas, marginais. No colapso econômico depois da queda da União Soviética, muitos russos se voltaram para os cogumelos silvestres, tanto para sua subsistência, como para seu sustento (YAMIN-PASTERNAK, 2007). Enquanto isso, o nicho de mercado *gourmet* floresceu na indústria alimentícia. Facilitado pela disponibilidade de transporte transcontinental de alta velocidade, o que torna possível exportar cogumelos frescos ao redor do mundo, o valor comercial dos espécimes silvestres decolou. Mas a extremidade coletora deste novo mercado não se rendeu tão facilmente às organizações corporativas. Na maioria das áreas comerciais de coleta, catadores independentes procuram os cogumelos, vendendo-os em pontos de compra. No tecido danificado da gestão moderna de recursos, transformar cogumelos em dinheiro reúne histórias humanas e não-humanas de perturbação radical. Com os cogumelos, pessoas desempoderadas e marginalizadas encontram vida em paisagens arruinadas.

Ruínas viraram nossos jardins.

A VIDA SEM CULTIVO

Não é favorável glorificar os jardins, que são sempre locais de perturbação, que beneficiam algumas coisas vivas e sentenciam outras à morte. Apenas em ideologias agrárias os jardins significam, simplesmente, o dom da vida. Os costumes “incultivados” dos cogumelos silvestres são bons para pensar na academia porque eles nos guiam para além das expressões idiomáticas da reprodução controlada e benéfica, internalizada em nós pelos regimes de cultivo agrícola. Onde uma orientação agrícola nos encoraja a imaginar uma relação unilateral entre humanos e nossos legumes comestíveis, cogumelos silvestres insistem em ecologias complexas, onde o controle é impossível. E onde uma orientação agrícola nos incita a considerar um regime repetitivo de gerações auto-replicas, pensar com cogumelos nos introduz para uma história da paisagem sem um final definido. *Matsutake* são particularmente bons para esta ideia: pesquisadores japoneses têm trabalhado vigorosamente para cultivar o *matsutake*, mas ainda não foram bem sucedidos.

Não é suficiente afirmar que os *matsutake* necessitam de uma comunidade ecológica⁸; *matsutake* são uma comunidade ecológica. *Matsutake* obtêm seus nutrientes das árvores. Junto às raízes das árvores, articulam estruturas chamadas micorriza. Para cultivar o *matsutake*, condições ideais não apenas para o fungo, mas para a combinação micorrizica entre fungo e raiz, devem ser criadas (OGAWA, 1978). Relações simbióticas nunca são plácidas. O *matsutake* estimula o crescimento deformado em “dedos de bruxa” das raízes hospedeiras, e quando o fungo hóspede atinge certa maturidade, eles matam aquela parte do anfitrião. Como um pesquisador da espécie afirmou: “as árvores devem sentir uma cocceira (OGAWA, 2008)”⁹. Não obstante, o fungo traz benefícios evidentes para as raízes, em especial junto a solos empobrecidos de nutrientes, onde a combinação é mais bem sucedida. O *matsutake* secreta fortes ácidos que dissolvem minerais de rochas e areia, disponibilizando nutrientes para as árvores outrora desprovidas. Este comportamento vicejante é também uma defesa hostil. *Matsutake* forma densos tapetes miceliais para concentrar seus ácidos digestivos, que repelem a água; esses tapetes também isolam outros fun-

8 Nesta discussão, eu reúno as espécies - bastante aparentadas entre si - que são aceitas no mercado de *matsutake* japonês, incluindo *Tricholoma matsutake*, *Tricholoma magnivelera* e *Tricholoma caligatum*.

9 Entrevista com a autora.

gos e bactérias que também poderiam tornar nutrientes disponíveis (LEFEVRE, 2003)¹⁰. O termo japonês para esses tapetes, *shiro*, que significa “castelo”, sublinha sua habilidade para a defesa contra outros fungos e bactérias. Se os competidores são muitos, como em melhores solos, o *matsutake* morre. Assim, a associação entre solos pobres e o *matsutake* é reforçada. Cultivadores em potencial se frustrariam se insistissem no enriquecimento do solo mais comumente associado à agricultura.

Apenas certas trajetórias históricas permitem a reprodução de uma comunidade ecológica de *matsutake*. Deve haver solo mineral exposto, às vezes resultante de um grande cataclismo, humano ou não. Deve haver flora pioneira - especialmente pinheiros - que consigam crescer em tais ambientes empobrecidos. E as florestas devem ter pelo menos quarenta anos de idade. Embora o *matsutake* possa infectar brotos, o florescimento anual de cogumelos começa entre trinta a quarenta anos. Mas há alguma contradição aqui. No andar natural do tempo, árvores depositam folhas, morrem, e são recicladas por fungos e bactérias. Húmus se acumula, acrescentando nutrição ao solo. Enquanto o solo se desenvolve, uma maior quantidade de plantas e fungos substitui as espécies pioneiras, que podem desaparecer por completo. Quarenta anos é tempo suficiente para que o húmus se desenvolva e que as espécies pioneiras percam sua dominância. Para que uma floresta de *matsutake* se desenvolva, algum tipo de perturbação deve ser mantido. O ciclo de matéria orgânica e sucessão das espécies deve ser interrompido. Cogumelos *matsutake* são criaturas dependentes de constante perturbação - das grandes mudanças iniciais, que exterminaram antigas camadas orgânicas, às diárias transformações, que empobrecem tanto o solo quanto a multiplicidade das espécies. E, além disso, eles também são florestas, o que significa que eles devem, de alguma forma, ter sido protegidos da destruição florestal.

Ecologistas das últimas décadas têm chamado a atenção para o fato de que toda história natural é uma história de perturbação. Não é mais possível estabelecer uma dicotomia clara e simples entre paisagens naturais e modificadas. Mas poucos são insensíveis o suficiente para imaginar que, como resultado, não haja diferença entre uma floresta saudável e uma área de descartes de energia nuclear. Ou seja: novos desafios surgem com novas perturbações. Com quais tipos de regimes de impactos ambientais estamos dispostos a conviver? Dadas as realidades dos impactos que nos incomodam, como viveremos? O primeiro passo para responder essas questões é explorar as consequências de certas histórias de perturbação do meio ambiente; talvez, até mesmo, tentar algumas tipologias. Locais onde histórias humanas e não-humanas de perturbação surgem em conjunto são particularmente boas para se pensar, pois tais locais nos permitem rastrear humanos como autores e vítimas destes impactos. Esse é um território de consequências não intencionais, tanto para humanos quanto para não-humanos. Cientistas das ciências naturais e sociais são necessários para essa pesquisa profundamente histórica e precisamente situada.

A cadeia de *commodities* à qual o *matsutake* pertence nos ajuda a identificar um tipo particular de floresta perturbada através de seus cogumelos. Descrever tais contextos silvestres pode ajudar a criar um vocabulário voltado para o habitável destas perturbações - o primeiro passo para entrarmos em termos com o ambiente antropogênico que nossa espécie criou. Além do mais, à parte de raríssimas exceções, as florestas não costumam ser planejadas para o *matsutake*. Diretivas racionais não explicam a ecologia dos *matsutake* e os impactos ambientais antrópicos não podem ser explicados funcionalmente pela presença do *matsutake*. *Matsutake* é uma consequência imprevista, é um produto de algo que alguém poderia chamar, apoiando-se no oxímoro, “*design* não-intencional” na conjunção da modificação paisagística humana e não-humana. A coleta de cogumelos para a subsistência também é um resultado imprevisto de outras subsistências que deram errado.

Mas nem todas as florestas e coletores de *matsutake* são iguais; ambas perturbações, humanas e não humanas, são geradas de muitas formas. Para apreciar esses eventos, é necessário uma imersão na história desses locais. Vamos apresentar quatro florestas de *matsutake* e suas histórias de perturbação.

10 Também; entrevista com a autora em 2007.

PAISAGEM UM: VASCULHANDO AÇO VERDE

Michael Hathaway, meu colaborador na China, levou-me a uma série de surpresas durante nossa viagem de pesquisa para Yunnan, em 2009. Embora a maioria dos relatos midiáticos, e mesmo acadêmicos, sobre o neoliberalismo na China foquem nas áreas urbanas, o empreendedorismo desenfreado estava, no mínimo, tão descontrolado e próspero quanto nas remotas áreas montanhosas. Todos queriam iniciar algum negócio, mesmo que parco, da terra. A coleta de cogumelos silvestres é um dos mais exíguos; não exige capital inicial, apenas olhos e pernas saudáveis para começar a trabalhar. Se mulheres e crianças saem toda manhã para esquadrihar os bosques, é porque a colheita de cogumelos é especialmente atraente para quem não dispõe de outros recursos. Quando ouvi pela primeira vez os dados oficiais sobre 600.000 pessoas no mercado de cogumelos silvestres de Yunnan, achei apenas que não podia ser. Mas depois de observar a cena rural, percebi que poderia ser pouco.

Um número extraordinário de espécies entraram para a comercialização e, durante a temporada, mercados locais e beiras de estrada fervilham de vendedores com cestas cheias de cogumelos coloridos. Aqui a metáfora do veneno na oferta é excepcionalmente concreta. Alguns coletores que conheci apanhavam todos os cogumelos que encontravam. Os cogumelos mais caros - incluindo *matsutake* - eram separados para serem vendidos frescos. O resto era fatiado e posto para secar em telas ao sol ou no fogo da cozinha. Nos mercados rurais, cogumelos secos são muitas vezes vendidos em pacotes sortidos, indistintos. Os coletores me contaram que os cogumelos venenosos perdiam suas propriedades nocivas durante a secagem; assim, eles não se preocupavam em diferenciar os comestíveis dos venenosos durante a coleta. Um micologista chinês, descrevendo sua conversa com uma mulher que vendia cogumelos, ofereceu uma outra forma de apresentar esta prática perigosa. “Estes cogumelos são venenosos”, ele disse após observar sua cesta. “Sim, eu sei”, ela respondeu. “Eu não os venderia para você. Mas se eu os vender para uma companhia, onde serão misturados com outros cogumelos, isso não importa”. A economia de cogumelos silvestres funciona à base de energia oportunística. Sobreviver é vender, não comprar.

Lá as florestas são bastante jovens - e bastante depauperadas pelo uso. No condado rural onde estivemos, vi poucas árvores com mais de quarenta ou cinquenta anos, e colegas chineses disseram que a situação era similar em outros lugares. Nessas florestas de montanha, carvalhos sempre-verdes ofereciam uma recompensa de biodiversidade, mas eram podados para se parecerem com arbustos¹¹. Mesmo pinheiros pequenos encontram o sol se elevando sobre eles. Em todo o lugar há sinais de exploração intensiva. Os carvalhos são feitos em toras de lenha, formando grandes pilhas ao lado das casas. Os pinheiros são cortados para material de construção. As folhas em forma de agulha dos pinheiros são usadas como leito para os porcos; a mistura das agulhas de pinheiro e fezes suínas é espalhada nos campos como fertilizante. Cabras e vacas perambulam e pastam em áreas classificadas pelo vago e amplo conceito de “terra estéril”. Trilhas se cruzam pela floresta, e seu chão varrido e vasculhado pela procura de cogumelos e ervas diversas é, muitas vezes, nu. Esta é uma versão da floresta *satoyama* idealizada pelos conservacionistas japoneses, mas parece muito mais caótica que os parques organizados, reconstruídos pelos cidadãos nipônicos.

Descobrir a história destas florestas se provou um tanto difícil. Os pesquisadores chineses, preocupados em se atualizar junto aos colegas internacionais, não desenvolveram o gosto pelos prazeres simples da história oral. Oficiais florestais nos guiaram através de décadas de políticas nacionais, que deixaram as florestas divididas em camadas administrativas sobrepostas, cada uma de mandatos diferentes e, às vezes, contraditórios. Não era à toa que os camponeses contavam histórias idiossincráticas e não raro confusas, nas quais as linhas entre as opções de acesso público e privado, assim como entre a colheita

11 Eu uso o termo “carvalho” com uma amplitude generosa para incluir árvores similares aos carvalhos da família dos abetos, incluindo *Lithocarpus* e *Castanopsis*, assim como *Quercus*.

legal e ilegal, eram difíceis de traçar. Coletar e organizar tais histórias teria sido um trabalho de amor. Eu fiz esforços heróicos para orientar nosso graduando de Kunming nessa direção, visto que ele procurava um tema de pesquisa. Parece significativo que ele não considerava essa tarefa como “pesquisa”.

Ainda assim, parece que muitas destas árvores foram cortadas durante as orientações nacionais de produção do Grande Salto Para Frente, no final de 1950, e talvez nos anos famintos subsequentes. Um camponês que viveu à época nos disse que as florestas eram consideradas “aço verde”. Produção em pequena escala - “fundo de quintal” - de aço era um dos objetivos do Grande Salto, e florestas foram derrubadas para servirem como combustível. Quando pressionamos por uma explicação mais concisa, o homem recuou para a conservação moderna de florestas. A dificuldade em corrigir as coisas foi afirmada quando um vizinho se juntou à conversa para descrever o quão fácil era conseguir permissões para cortar árvores no capão de uma das florestas antigas remanescentes nas proximidades. Legalmente, a madeira deveria ser cortada apenas para se construir uma casa, mas a maioria ia para a capital provincial, disse ele. Nosso anfitrião, mais tarde, disse que o vizinho era um fanfarrão mentiroso, porém teve dificuldade em explicar a considerável quantidade de madeira alojada nos fundos de sua própria casa. Fica claro que há muitas histórias interligadas - todas levando a uma jovem e bastante utilizada floresta.

O discurso de sustentabilidade se tornou uma ferramenta de exportação do cogumelo. O sudoeste chinês produz a vasta maioria de cogumelos *matsutake* consumidos no Japão, muitas vezes enviando mais de mil toneladas anualmente. Além disso, há montanhas de *matsutake* colhidos, mas rejeitados pelos exportadores, que precisam encontrar compradores domésticos ou serem desperdiçados. Então, não é surpreendente *as preocupações que emergem entre conservacionistas sobre o recurso estar sendo super-explorado. Pesquisadores, oficiais do governo e ONG’s se envolveram nesta questão. Têm-se promovido a educação dos coletores, assim como mudanças no acesso ao recurso. Mas, para minha surpresa, dentre as numerosas formas de orientação que têm surgido, apenas uma ganhou força em múltiplos pontos de coleta: “Não peguem os bebês” - isto é, os pequenos, jovens cogumelos.

Não há motivo para se pensar, embasado no conservacionismo, em não juntar os pequenos cogumelos. Coletar em qualquer tamanho priva a população fúngica de novos esporos, mas não fere o corpo micelial que está enterrado no subsolo. O único problema com os cogumelos pequenos é que os importadores japoneses não os compram. Esperar para coletá-los até que fiquem grandes, então, traz mais dinheiro. Mas mais dinheiro para quem? Para empresários que têm acesso aos cogumelos.

Estudos sustentáveis estão promovendo uma particular forma de manejo que salva os bebês: aldeias inteiras subcontratam os direitos aos cogumelos em suas florestas a empreendedores privados, que em troca oferecem pagamento em dinheiro aos aldeões. Então, os empreendedores contratam guardas florestais para manter os aldeões fora de suas florestas. Com a colheita do cogumelo controlada, o *matsutake* pode ser colhido em um tamanho perfeito, ideal para exportação. Enquanto isso, os acordos oferecem futuras oportunidades empresariais. Em uma floresta vigiada que visitamos, os guardas venderam o direito de colher o *matsutake* a um preço inflacionado. Em outra, o empresário nos mostrou como ele procurava por raras árvores florescentes, escavando-as por inteiro para a venda em projetos urbanos de “arborização”. Não tenho certeza se a conservação estava sendo respeitada. Os guardas admitiram que raramente mantinham todos os “ladrões” a distância - isto é, os aldeões que se esgueiravam para coletar cogumelos em lugares conhecidos há gerações. A ralé competitiva que esse sistema de manejo estava destinada a esmagar, continua voltando, mas com um pouco mais de dificuldade.

Ambos, florestas e pessoas em Yunnan, já passaram por épocas inesperadas. O *matsutake* florescer lá é, quase certamente, uma característica de um abuso ambiental - as jovens árvores, a poda dos carvalhos, o rastelamento das agulhas de pinheiros. O sucesso dos exportadores em escoar o *matsutake* é uma característica do espírito empreendedor desesperado que se apoderou dos camponeses recém libertos dos sonhos e garantias comunais. Intrigas e sobrevivência se tornaram difíceis de

distinguir. Este é um regime de perturbação, no qual ambos, camponeses e cogumelos, aprenderam a encontrar seu caminho. Mas antes que você conclua que estou contando uma história sobre o atraso *chinês*, deixe-me apontar para uma situação paralela na costa noroeste estadunidense.

PAISAGEM DOIS: NAS RUÍNAS DA INDÚSTRIA FLORESTAL

Quando os primeiros colonos brancos chegaram ao Oregon, no século XIX, encontraram florestas de proporções míticas. As regiões da Cascádia oriental e central, pinheiros *ponderosa* (*Pinus ponderosa*) estavam espaçados entre si como se compusessem parques. Apesar de, em retrospecto, parecer que esses parques foram, em parte, criados pelos nativos estadunidenses para a administração de incêndios, para os colonos, a floresta parecia a terra maravilhosa da madeira. Eles começaram a derrubá-la imediatamente. Não satisfeitos em ver as toras serem retiradas pela força dos bois, o governo cedeu direitos para companhias ferroviárias privadas, que não apenas cortavam as árvores, mas também construíam trilhos de trem para as transportar. Nos começos do século XX, a terra estava ocupada por cidades-serrarias, cheias de lenhadores. Em 1938, o Oregon se tornou o Estado líder, nos EUA, na produção de madeira (COGSWELL, 1981, p. 235-259; LANGSTON, 1995; ROBBINS, 1997, 2004; STEEN, 2004)¹².

A pura magnitude da contribuição do Oregon em madeira durante este período tornou o estado uma arena para os embates entre o nascente Serviço Florestal dos EUA e a indústria extrativista. O Serviço Florestal iniciou a virada do século XX preocupado porque a ganância dos lenhadores iria rapidamente destruir toda a floresta. Mas a regulação do governo estadunidense sempre emergiu de um diálogo íntimo com o livre empreendimento; e as normas impostas sobre a madeira não foram diferentes. O Serviço Florestal procurou trabalhar em conjunto com a indústria, desenvolvendo padrões para extração sustentável das florestas, mesmo daquelas que o governo considerava parques nacionais. Se os agentes florestais supervisionaram a indústria ou foram seus representantes, continua sendo uma discussão inacabada. Entretanto, ainda hoje, depois do declínio da atividade madeireira, cada distrito do Serviço Florestal é avaliado pelas tábuas que produzem.

Até o final da Segunda Guerra Mundial, a maior parte da madeira do Oregon foi derrubada em terras privadas. No entanto, durante o *boom* econômico do pós-guerra, as florestas nacionais foram abertas para operações extrativistas massivas. Os famosos pinheiros *ponderosa*, das Cáscales orientais, estavam em escassez por volta de 1960. Então, o Serviço Florestal teve que voltar sua atenção para a regeneração deste recurso supostamente renovável. Dado que pinheiros são espécies pioneiras dependentes de luz, parecia lógico abrir a floresta o máximo o possível para favorecer o crescimento das árvores. A prática, chamada "*clear-cutting*"¹³, na qual toda a vegetação da floresta era removida, foi implementada para privilegiar os pinheiros. Infelizmente, ao menos nas Cáscales orientais, hoje protegidas dos incêndios, privilegiou-se os pinheiros errados. Ao invés dos valiosos e massivos *ponderosas*, um pinheiro muito mais estreito e prolífico cresceu nas clareiras: o pinheiro-torcido (*Pinus contorta*). O pinheiro-torcido nesta área é uma árvore esguia, útil mais para ripas - ou mesmo bio-combustível - do

12 Para minha discussão da história madeireira do Oregon e a paisagem das Cáscales ocidentais eu me apoiei em entrevistas, histórias orais e referências básicas como:

COGSWELL, P. Jr. Deschutes Pine Logging. EM: VAUGN, T. (Ed.). High and Mighty: selected sketches about the Deschutes Country. Portland, Oregon: Oregon Historical Society. Pp. 235-259. 1981.

LANGSTON, N. Forest Dreams, Forest Nightmares: the paradox of old growth in the inland west. Washington: University of Washington Press.

1995. ROBBINS, William G. Landscapes of Conflict: the Oregon story, 1940-2000. Washington: University of Washington Press. 2004.

ROBBINS, William G. Landscapes of Promise: the Oregon story, 1800-1940. Washington: University of Washington Press. 1997. STEEN, H.K. The U.S. Forest Service: a history. (?) Ed. Centennial (?). 2004.

13 "*Corte-limpo*". Tradução livre. Provavelmente o mesmo princípio da clareira (Nota dos tradutores).

que como madeira nobre. Pior ainda, o pinheiro-torcido cresce tanto em uma clareira, que as outras plantas não têm a menor chance. Agentes florestais chamam isto de “*dog-hair regeneration*”¹⁴, porque as árvores são tão próximas entre si quanto os pêlos de um cachorro. Um veterano me mostrou um grupo tão sobreposto que brincou, dizendo que deveríamos chamar o método de “*frog-hair regeneration*”¹⁵.

Que perigo de incêndio este denso crescimento aciona. Nos verões secos do alto Oregon, tudo teria se incinerado - talvez até reabrindo espaço para o *ponderosa* - se não fosse pela política de “*fire exclusion*”¹⁶ do Serviço Florestal estadunidense. A “*fire exclusion*” era uma política que tanto o Serviço Florestal quanto as indústrias madeireiras concordavam, já que incêndios destroem madeira cara. Por volta de 1960, as florestas nacionais foram pontilhadas com torres de incêndio e a menor brasa era imediatamente apagada. Então os pinheiros-torcidos cresceram e cresceram, seguindo as clareiras e se espalhando pela paisagem. O Serviço Florestal não sabia o que fazer com eles. Tudo foi tentado: todos os tratamentos de desbaste¹⁷, cortes seletivos, plantios, queimas prescritas. Mas a única técnica que garante o crescimento do pinheiro *ponderosa* é o plantio muda por muda. Então, os canteiros de mudas precisam ser limpos dos pinheiros-torcidos para mantê-los à distância. Mas isso requer trabalho, que por sua vez, requer dinheiro. Hoje, estas plantações são possíveis apenas nas Cáscales orientais, quando o Estado pode colocar prisioneiros para trabalhar nelas.

Na época das grandes guerras entre ambientalistas e madeireiros, que estremeceram o nordeste do Pacífico no final do século, as Cáscales orientais - antes um centro extrativista - estavam fora de alcance, na prática. As serrarias haviam fechado e as árvores restantes simplesmente não eram valiosas o suficiente para valer uma briga. O clima é seco. O solo oferece pouca matéria orgânica; ao invés disso, oferece pedra-pomes e areia, escombros de uma erupção vulcânica de sete mil anos atrás. Pinheiros-torcidos, doentios, sinuosos e amontoados enchem a terra, dificilmente capazes de suportar tratamentos silviculturais específicos, quanto mais gerar lucro. Entra em cena a economia de cogumelos silvestres. Seu florescimento foi em sequência a um desastre longínquo: o acidente nuclear de Chernobyl, em 1986, que espalhou uma nuvem radioativa sobre a maior parte dos cogumelos europeus. A Europa, então, contratou o Noroeste Pacífico dos Estados Unidos para obter *porcini* (*Boletus edulis*), *cantarelas* (*Cantharellus cibarius*) e *morelas* (*Morchella sp.*). O negócio do *matsutake* se iniciou logo em seguida. Por sorte, as secas e arruinadas florestas das Cáscales centrais e orientais acabaram sendo generosos jardins de *matsutake*. O *superávit* japonês ainda era alto em 1990; os preços eram extraordinários. Por um breve período, em 1994, um mau ano para o *matsutake* em todo o mundo, o preço do *matsutake* central-cascadiano nas mãos dos apanhadores era 600 dólares a libra¹⁸. Um grupo de pesquisadores florestais calculou que os cogumelos valiam ao menos o mesmo preço, senão mais, que madeira nobre (ALEXANDER et al., 2002, p. 129-141).

Pessoas em situação de vulnerabilidade migraram para as montanhas. Lenhadores em decadência, bombeiros com flexibilidade de horários, soldados desmobilizados e “tradicionalistas” rurais, radicalmente conservadores que rejeitam o secularismo liberal das cidades estadunidenses, foram as primeiras pessoas a coletar cogumelos. Alguns traçaram circuitos anuais, de Idaho à Califórnia, seguindo os cogumelos. Na coleta de cogumelos, aprenderam as lições com os nipo-estadunidenses, que colhiam para a subsistência de suas comunidades havia um século. Mas ambos grupos foram logo varridos para a coadjuvância por uma maré de refugiados laotianos e cambojanos, que rapidamente se tornaram as figuras centrais na colheita

14 “*Regeneração pêlo de cão*”. Tradução livre. (Nota dos tradutores).

15 “*Regeneração pêlo de sapo*”. Tradução livre. (Nota dos tradutores).

16 “*Exclusão de fogo*”. Tradução livre. (Nota dos tradutores).

17 Do original, “*thinning treatments*”. (Nota dos tradutores).

18 Uma libra equivale a 453,5 gramas. (Nota dos tradutores).

do *matsutake*. Muitos haviam chegado aos Estados Unidos, vindos de campos de refugiados na Tailândia, em meados de 1980, uma época de redução neoliberal dos serviços públicos. Poucos dominavam o inglês; muitos não tinham experiência de trabalho em centros urbanos. Todos tinham terríveis experiências de guerra e fuga. Deixados à mercê do desmonte do *welfare state*, encontraram nas florestas do Oregon consolo - e um modo de ganhar a vida. Tornaram-se ávidos e hábeis caçadores de cogumelos.

Talvez exista algum paralelo entre a confiança que permitiu aos estadunidenses acreditar que deveriam policiar árvores em florestas industriais e que deveriam policiar pessoas no Laos e no Camboja. Certamente essas histórias convergiram nas florestas do Oregon, onde pessoas prejudicadas aprenderam a viver em florestas prejudicadas. O *matsutake* tem prosperado entre os emaranhados de pinheiros-torcidos que haviam sido espalhados pelo “*clear-cutting*” e sua maturidade frutificante foi preservada pelo programa de “*fire exclusion*”, do Serviço Florestal. Assim também o foram os coletores laotianos e cambojanos que, pela estação do *matsutake*, formam animadas aldeolas nos acampamentos industriais do Serviço Florestal, em meio à mata, utilizando não apenas os pinheiros-torcidos, mas todas as ervas e cogumelos que o meio tem a oferecer

PAISAGEM TRÊS: TRACEJANDO GELEIRAS

Foi com alguma surpresa que ouvi dos gerentes e pesquisadores florestais, na Finlândia, que eles viam seu trabalho em uma continuidade simples dos últimos cem anos de pesquisa silvicultural. Suas contrapartes do Oregon estadunidense estavam obcecadas com os erros e acertos dos seus sonhos de meados do século XX e após 1970, imaginaram uma tentativa de equilíbrio entre a extratividade e proteção ambiental como um novo começo. Mesmo agora, explicaram, o seu gerenciamento florestal era contestável e só às vezes funcionava. Na Finlândia, ao invés disso, os engenheiros florestais não ficavam na defensiva a respeito da ciência florestal. Enquanto admitem receber críticas, não notam problemas em combinar a proteção do ecossistema e a produção de madeira. Sustentabilidade, argumentaram, é atingida com maior eficácia através de intervenções controladas¹⁹ (HANNELIUS, KUUSELA, 1995).

Uma parte da diferença entre o Oregon e a Finlândia é que as questões de biodiversidade florestal são menos urgentes na Finlândia. Por sorte, o gelo simplificou a flora finlandesa. A flora foi completamente suprimida por causa de glaciações repetidas e, quando os mantos de gelo derreteram, a distribuição de espécies para o norte foi reduzida pela necessidade de atravessar bacias fluviais em sentido leste-oeste. Apenas dois tipos de coníferas completaram a migração para norte: pinheiros-da-escócia (*Pinus sylvestris*) e abetos noruegueses (*Picea sp.*). Na metade setentrional da Finlândia, elas se juntam a duas espécies de bétulas (*Betula sp.*), assim como poucas outras espécies que não formam florestas. As geleiras, então, simplificaram a composição de espécies florestais; a Finlândia setentrional possui uma das menores diversidades arbóreas do mundo. A natureza cria o que os humanos se esforçam tanto para manter em outras áreas: florestas de pinheiros de monocultura prontas para o corte.

O trabalho da pesquisa florestal, como aprendi, tem sido sustentar a paisagem simplificada, criada pelas geleiras. Ao invés de grandes queimadas, que costumam limpar largas faixas de floresta uma vez a cada cem anos, engenheiros florestais as substituíram pelo “*clear-cut*” na mesma rotatividade. Para acelerar o desbaste natural, a floresta é podada a cada quinze ou vinte anos. Para simular a destruição do solo, causada por um incêndio massivo, advoga-se a prática de aragem ou raspagem após os últimos cortes. Isto é fatal para qualquer fungo que possa habitar aí. Mas, sem perturbação, os solos finlandeses tendem a ficar encharcados. Florestas úmidas e sem gerenciamento tendem a dar espaço para os abetos, árvores de crescimento

19 Do original, “*timber-oriented interventions*”. Tradução livre. (Nota dos tradutores).

lento e menos atrativas economicamente. Além disso, os agentes florestais me disseram que alguns fungos comestíveis - como a popular morela-falsa (*Gyromitra esculenta*) - prosperam no solo revolvido pelas técnicas pós-“clear-cut”. Não é preciso, dizem, se preocupar com os fungos.

Para minha surpresa, então, as florestas finlandesas que vi pareciam limpas e ordenadas como parques. O desbasteamento criou clareiras entre as árvores posicionadas e galhos mortos e raízes protuberantes estavam completamente ausentes do solo. Na Finlândia setentrional, renas possuem o direito de pastar em qualquer lugar e acabam comendo os líquens que, de outra forma, cobririam a floresta em profusão ofegante. A fantasia japonesa da floresta de *matsutake* “ideal” - iluminada, limpa e aberta, onde uma mulher poderia andar de salto-alto com um guarda-chuva aberto - emerge na Finlândia através do trabalho de pesquisa científica para produção da madeira. Perturbações não precisam *parecer* desorganizadas.

Além do mais, a idade da floresta é ideal para a produção de cogumelos *matsutake*. A maior parte das florestas finlandesas foi derrubada entre 1950 e 1960. Madeira era a exportação mais importante da Finlândia no período. A economia do país - que mais tarde se dedicaria a celulares e assimilados - foi feita sobre a madeira. Finalmente, duas consequências que a Segunda Guerra causou sobre o país aceleraram o corte das florestas finlandesas. Como aliada da Alemanha, a Finlândia estava entre os perdedores da guerra. O governo aceitou pagar as indenizações de guerra para a Rússia, e o dinheiro foi levantado com toras de madeira. Na mesma época, a Rússia tomou uma grande parte da Finlândia oriental. Centenas de camponeses da Carélia - região que hoje pertence aos russos - foram reassentadas sobre a Finlândia recém reduzida. As florestas foram limpas e transformadas em campo, e novas estradas foram implementadas, facilitando o transporte da madeira. As florestas que rebrotavam desses cortes ambiciosos hoje são o lar dos *matsutake* finlandeses.

O micélio do *matsutake* (a parte subterrânea do fungo) está lá. Residentes japoneses na Finlândia têm recolhido *matsutake* em silêncio, por décadas. Está tudo pronto para a coleta. Os finlandeses são orgulhosos da convenção do “direito de todas as pessoas”, que permite acesso universal a florestas para o aproveitamento de produtos não-lenhosos. Frutas selvagens já foram o produto de acesso livre mais popular, mas a coleta de cogumelos têm crescido em popularidade por mais de um século. Mesmo se os finlandeses não têm motivação para a apanha, há outros ansiosos pela oportunidade. Companhias que trabalham com as frutas facilitam a entrada sazonal de coletores do empobrecido nordeste tailandês, quiçá parentes dos coletores laosianos do Oregon.

Coletores são recrutados, também, da Rússia e da Ucrânia; alguns catam boletos para exportar para a Itália. Os importadores japoneses estão prontos. Desde que cientistas suecos anunciaram a compatibilidade de DNA entre o *matsutake* nórdico com o nipônico, os importadores ficaram ansiosos para adicionar os exemplares nórdicos em suas reservas. Mas onde, então, está o *matsutake*?

Eis o que aconteceu. No início de 2007, um famoso cineasta finlandês anunciou suas intenções de exportar *matsutake* finlandês para o Japão. Seminários foram organizados em todo o país para familiarizar os residentes com o cogumelo, que até então não era identificado como alimento. Os seminários estavam cheios de coletores em potencial; todos queriam aprender sobre este novo cogumelo. E, por coincidência, o outono de 2007 foi uma temporada de sucesso para o *matsutake* finlandês. Um jovem afirma ter achado mil quilos de *matsutake*. As colônias eram grandes e bonitas; as pessoas estavam praticamente tropeçando em *matsutake*. Nem mesmo as renas conseguiram acompanhar a safra, e muitos cogumelos simplesmente apodreceram. A mídia estava encantada; dezenas de artigos jornalísticos foram publicados para proclamar o mais novo produto finlandês.

Pelo outono de 2008, entretanto, tudo havia mudado. A companhia de exportação havia fechado. Outras empresas estavam prontas para assumir o seu lugar - mas não havia cogumelos. O ano 2008 foi péssimo para o *matsutake* finlandês, e 2009 não foi muito melhor. Parece que os verões frios e úmidos da Finlândia simplesmente não eram adequados para uma produção prodigiosa de *matsutake*. No norte da Finlândia, as árvores produzem sementes viáveis talvez apenas uma vez a cada dez anos, por razões similares. É preciso um ano incomum para que uma safra farta de *matsutake* emergja na Finlândia.

Piorando a situação, um impacto ambiental distante, além dos limites da exportação de cogumelos comestíveis, contaminou metade da paisagem florestal finlandesa. A nuvem radioativa do acidente de Chernobyl passou sobre a metade sul da Finlândia, deixando um rastro de resíduos. Os importadores japoneses exigiam que cada lote de *matsutake* finlandês fosse testado para radioatividade, e apenas cogumelos acima do Círculo Ártico passam consistentemente²⁰. Cada teste custa 125 euros. Não é economicamente viável expedir lotes pequenos.

Os promotores de *matsutake* finlandês não se desesperaram. Existe uma coisa que a Finlândia pode exportar melhor do que muitos outros lugares: a *ideia* de uma floresta de *matsutake* perfeita. O novo objetivo é atrair turistas japoneses. Lustrosas brochuras editadas em japonês promovem a pureza e beleza das florestas finlandesas e revelam o *matsutake* dentre os frutos que qualquer um pode coletar. De acordo com meu colaborador Shiho Satsuka, a Finlândia preenche bem as fantasias japonesas de beleza e plenitude da natureza. Em um programa de televisão japonês, devotado a realizar os sonhos das crianças, um garoto que ansiava por *matsutake* foi levado à Finlândia, onde pôde correr pela floresta, colhendo cogumelos²¹. Mesmo sem exportar quantidades de cogumelos, as florestas da Finlândia oferecem um sonho de uma natureza limpa e ordenada. Turistas não precisam visitar os desgastados “*clear-cuts*”, de onde esses parques oníricos brotaram.

PAISAGEM QUATRO: JARDINS DA NOSTALGIA

No Japão, o apelo por florestas perturbadas como centros de jardins no satoyama, as florestas de aldeia utilizadas pelos fazendeiros camponeses²². Os pilares da floresta *satoyama* ideal eram os carvalhos decíduos intensamente podados - principalmente os *konara* (*Quercus serrata*). Pinheiros vermelhos japoneses (*Pinus densiflora*) eram seus companheiros e *matsutake* crescia junto a eles. Como no sudoeste chinês, esta paisagem era mantida por perturbações constantes. Mudanças de cultivo e corte de árvores mantinham a floresta jovem e aberta. Os carvalhos eram derrubados para virar lenha e carvão. Folhas e agulhas dos pinheiros foram recolhidas para servirem de leito aos animais, deixando o piso da floresta nu, com poucos detritos ou húmus. Com a ajuda de seus parceiros *matsutakes*, pinheiros prosperaram nesses lugares abertos e iluminados.

Chamar essa floresta de ‘*satoyama*’ é uma ideia relativamente nova - sem dúvida, é um produto da morte das florestas tradicionais rurais. Depois da Segunda Guerra Mundial, fazendeiros japoneses substituíram a lenha por combustível fóssil e animais de tração por tratores. Os carvalhos deixaram de ser cortados; o solo da floresta deixou de ser limpo. Os jovens se mudaram para as cidades, deixando o interior rural para os idosos. Os camponeses deixaram de visitar suas florestas. Os carvalhos sempre-verdes começaram a invadir esses espaços, criando uma cobertura de penumbra, onde nem os carvalhos decíduos

20 Na época de minha pesquisa na Finlândia, o Japão possuía critérios mais elevados de teste para alimentos que continham césio radioativo do que os usados na Europa. Alimentos não poderiam exceder 300 becquerels (Bq) por quilo. Após o acidente de Fukushima, em março de 2011, o Japão aumentou seu padrão para 500 Bq por quilo. Talvez mais *matsutake* da Finlândia seja exportado para o Japão no futuro, especialmente agora que muitos dos cogumelos japoneses são mais radioativos.

21 “*Sekai no Hate made Itte Q*” (programa do dia 14/10/2007).

22 TAKEUCHI, Kazuhiko; BROWN, Robert; WASHITANI, Izumi; TSUNEKAWA, Atsushi; YOKOHARI, Makoto. (Eds.). *Satoyama: The Traditional Rural Landscape of Japan*. Tokyo: Springer-Verlag Tokyo. 2003.

nem os pinheiros poderiam sobreviver. Os pinheiros, estressados pela sombra e pela competição, também estavam vulneráveis a uma doença enfraquecedora, disseminada por nematódeos exóticos. O *matsutake* desapareceu. As florestas rurais foram sufocadas pelas árvores latifoliadas de folhas persistentes e pelos bambus invasores. Ao contrário de locais amigáveis à presença humana, essas florestas pareciam densas e abandonadas.

O movimento popular que emergiu para advogar a restauração da floresta '*satoyama*', na década de 1980, reconheceu que elas faziam parte da história do abandono das florestas. Migrantes urbanos se tornaram 'cidadãos' ativos, deixando seus passados camponeses para trás. O desenvolvimento, por sua vez, deslocou florestas rurais com o crescimento urbano e suburbano. Ainda assim, muitos destes cidadãos lembravam-se das paisagens de sua infância - ou, ao menos, das visitas às casas de seus avós - com prazer e nostalgia. Florestas *satoyama* foram parte das paisagens agrárias que também consistiam em campos de arroz, canais de irrigação, jardins de cozinha e plantações de coníferas. Para a primeira geração nascida na cidade, plantas e animais do *satoyama* ficaram associados com a inocência das visitas infantis ao campo, assim como com os padrões nacionais de beleza. As estações foram imaginadas através dessas paisagens agrárias: flores primaveris das florestas abertas e suas bordas traziam vida nova; carvalhos decíduos e aceres ofereciam cores de outono. Vagalumes, libélulas, sapos, coelhos e outras criaturas amáveis prosperavam nas beiras, entre os campos, as florestas e os pequenos canais de irrigação. Todos esses eram ameaçados pela negligência do ambiente rural. As novas florestas sempre-verdes não sustentavam nada das cores e da vida associadas ao amor pelas estações ou com o prazer da infância. Em resposta, então, um vigoroso movimento cidadão brotou para reconstruir as paisagens rurais. Bandos de voluntários foram para o interior rural, para refazer a beleza das florestas perturbadas e campos japoneses. Os grupos de cidadãos têm apresentado diferentes objetivos. Um deles foi restaurar as florestas de *matsutake*.

Quando visitei os projetos de restauração das florestas de *matsutake*, admito, minha primeira reação foi de choque. Para uma estadunidense educada para a proteção da natureza, o trabalho de reconstrução parece assustadoramente destrutivo. Não apenas esses novos engenheiros florestais cortam quase todas as árvores; mas também desenterram do solo todo o fértil húmus que é gerado pela nova associação de espécies. Eles retiram todas as raízes, assim como a camada superior do solo, e levam tudo isso embora, deixando apenas escarpas íngremes e nuas. Em uma floresta *matsutake* reconstituída, o engenheiro me mostrou onde ele havia designado pessoas para retirar as camadas superiores com pás, deixando rochas se desmoronando. O declive era tão íngreme que mal conseguíamos nos equilibrar. "Mas, e a erosão?" - perguntei. "Erosão é bom", ele explicou. Tudo isso havia sido feito para privilegiar os pinheiros e o *matsutake*.

A restauração dos *satoyamas*, entretanto, é compreendida não como destruição, mas como cura. Todos com quem falei a respeito da restauração do *satoyama* reiteraram os benefícios do trabalho intenso e do exercício ao ar livre para a saúde humana que o restauro das *florestas comunais garantem. Esse trabalho de cura é particularmente significativo por conta do dano causado no país pela modernização, pelo rápido crescimento e pelos seus colapsos inesperados. As mesmas forças que causaram o abandono das florestas rurais levam as pessoas ao excesso de trabalho, ao suicídio e à fobia de espaços públicos. A restauração do *satoyama* é um trabalho que busca restaurar tanto as pessoas quanto a natureza. A intervenção nas paisagens naturais e nos hábitos humanos é igualmente desejável nessa compreensão da jardinagem. A tradição, com suas sustentáveis formas de beleza, oferece um guia para o nível correto de perturbação em cada uma delas.

Alguns historiadores, contudo, acreditam que a 'mui-amada' paisagem *satoyama*, muitas vezes fetichizada como tradição, é um produto do século XIX (TAKEUCHI, 2008)²³. No início do período Meiji, ao que parece, a parte central do Japão estava bastante deflorestada, com muitas colinas nuas e em processo de erosão. Teve início o reflorestamento com

23 Entrevista com a autora.

pinheiros. Os pinheiros criaram as condições que permitiram aos carvalhos decíduos a ocupação de novos territórios; e as florestas *satoyama* decolaram. Nos primórdios do século XX, as florestas de pinheiros estavam na idade certa para a produção de *matsutake*. De fato, na primeira metade do século XX, havia uma abundância de *matsutake* no Japão, e eles não eram particularmente caros. Apenas em 1970 houve o decréscimo de pinheiros, florestas *satoyama* e *matsutake*. Com esta queda, o preço do *matsutake* - e a sua necessidade de importação - aumentou.

O alto valor do *matsutake*, hoje, torna mais fácil gostar da reconstituição florestal do *satoyama*. Tradição ou não, lá pode-se sentir o sonho da abundância. O mote dos Cruzados *Matsutake* de Kyoto é “Vamos reconstruir as florestas para que todos possamos comer *sukiyaki*”. As encostas reorganizadas como parques são iluminadas, amplas e verdes de pinheiros. No inverno de 2008, seu primeiro *matsutake* nasceu.

CADEIAS DE COMMODITIES E CADEIAS DE CONCEITOS

Negociantes de *matsutake* se importam com histórias de perturbação apenas até onde elas interferiram na pureza dos cogumelos. Cogumelos finlandeses são testados para radioatividade. Os chineses o são para pesticidas. Uma vez que os cogumelos passem nesses testes, eles entram no mercado sem a bagagem de suas histórias ambientais. Tornam-se equivalentes, separáveis apenas por estratégias de preço, as quais, por sua vez, são mais aproximadas às reputações nacionais do que às histórias de perturbação particulares de cada floresta.

Esse é o terrível traço das cadeias globais de *commodities*, que as retira de suas histórias de produção natural e social e as torna permutáveis por dinheiro. Esta dependência da transação monetária para identificar a qualidade de uma *commodity* justifica a reputação de cadeias globais de *commodities* como irresponsáveis em relação tanto ao trabalho quanto ao meio ambiente. Ambos, trabalho e meio ambiente, são apagados durante o processo de transferência do produto ao mercado; ele é vendido meramente pelo que é visto pelos mercadores e consumidores como características intrínsecas, divorciadas da história que os criou²⁴. Como resultado, as cadeias globais de *commodities* são amorais. Elas não relatam as questões de bem-estar humano e não-humano.

Acadêmicos e defensores têm trabalhado duro para considerar como retornar essas questões de bem-estar às deliberações sobre cadeias de *commodities*. Uma intervenção essencial foi a invenção de novas formas de contação de histórias: as estórias da produção das *commodities*. O fascínio dos cidadãos japoneses com a floresta *satoyama* pode contribuir para esse tipo de contação de histórias, ao menos para a cadeia do *matsutake*. As florestas *satoyama* são reconstituídas com muito esforço, envolvendo os voluntários na apreciação pelo trabalho da perturbação. *Matsutake* é um produto incidental de todo este trabalho; ele não pode ser gerado diretamente. Amantes de cogumelos devem esperar pacientemente pelos processos vitais do fungo na floresta perturbada. Este aguardar é o início da apreciação de uma ecologia multiespecífica e de histórias abertas de paisagens.

Os defensores japoneses do *satoyama* têm tentado exportar o conceito ao redor do mundo. *Satoyama* oferece uma visão distinta de “sustentabilidade”, na qual as relações humanas/não-humanas não são definidas por uma tolerância não-interferente, mas, ao invés disso, pelo trabalho duro de manutenção de regimes de perturbação amenos. Em sua maioria, a divulgação internacional do *satoyama* sinaliza para o valor cultural da beleza de paisagens agrárias estáveis. Mas o conceito poderia

24 Produtos domésticos japoneses as vezes são vendidos com maior atenção as suas histórias de produção, o que os garante um valor maior do que produtos equivalentes feitos em outros lugares. Em contraste, produção estrangeira, incluindo *matsutake*, é rotulada apenas com o seu país de origem. Regiões subnacionais, que poderiam oferecer um pouco mais de informação sobre as condições de produção, são excluídas dos rótulos de produtos estrangeiros por lei.

ganhar ainda mais tração se estivesse disposto a ser aplicado em regimes mais arriscados de perturbação. A diversidade global de florestas de *matsutake* oferece um exemplo. Florestas de *matsutake*, como demonstrei, não são todas parecidas com parques de ordem e beleza (onde o são, como na Finlândia e no Japão, pouquíssimos cogumelos são produzidos). Contar suas histórias não nos leva a uma harmonia integral com a natureza. Ao contrário, eles nos abrem histórias de perturbação social e natural. Ainda assim, essas histórias são boas para serem contadas: boas não apenas para nos levar para as, frequentemente, angustiantes condições de vida na Terra, mas também para oferecer dicas sobre como acomodações multiespecíficas podem ser arranjadas apesar dessas condições.

A contação de histórias sobre *satoyama* é infusa com amor. Um acadêmico do *satoyama* falou para mim, com sinceridade, sobre sua jornada pessoal: sobre como ele estudou economia porque queria ajudar as pessoas, mas ficou desiludido com sua disciplina; sobre como se preocupou com seus estudantes entediados e indiferentes; sobre como ele relembra a felicidade de passar os verões com a sua avó no campo; e sobre como havia ganhando acesso via universidade às paisagens *satoyama* negligenciadas. Hoje ele envia alunos para plantar arroz, fazer carvão e abrir a floresta. Eu vi o prazer nas faces e vozes de seus alunos. E também vi conversarem decepcionados sobre como eles haviam levado a mensagem do *satoyama* para o Laos, onde ninguém fazia a menor ideia sobre o que eles estavam falando.

O trabalho para os acadêmicos das cadeias de *commodities* é segui-las até os locais de sua produção e reconhecer sua diversidade - mesmo ao serem arrastados para dentro das conexões do capitalismo global. O mesmo trabalho é enfrentado pelos acadêmicos do que se poderia chamar de cadeias globais de conceitos - isto é, a difusão global de ideias (STADE, sem data). Tais conceitos facilitam o diálogo internacional, mas também encontram histórias separadas em locais nacionais e regionais variados. Para advogar por *satoyama* - ou sustentabilidade - através dos continentes, é necessário se aproximar das histórias de alteração de particulares pessoas e paisagens, mesmo que essa comparação traga questões em comum. Nesta época de destruição em massa, apreciar as formas e vida que povoam essas paisagens perturbadas é particularmente importante. Precisamos conhecer as variedades de perturbações que caracterizam nossa época. *Satoyama* é um ponto de partida inspirador - particularmente se seu alcance global admite variados regimes de alteração, que se tornaram locais onde habitam humanos e não-humanos ao redor do mundo.

CODA: MAIS RUÍNAS SE APROXIMAM

Justamente quando a Iniciativa Japonesa Para o Satoyama Global foi plenamente lançada, as condições para pensar as paisagens rurais japonesas mudaram completamente. Em 11 de março de 2011, a Usina Nuclear 1, de Fukushima, no nordeste do Japão, liberou uma nuvem de radioatividade, contaminando paisagens por milhas. Correntes eólicas e oceânicas, e o movimento das coisas vivas espargiram a radioatividade para longe e em todo lugar. Na costa da Califórnia, algas marinhas radioativas foram encontradas após um mês; atum contaminado com césio de Fukushima havia sido encontrado em San Diego, em agosto (CONE, 2012; ZABARENKO, 2012). Até o fim do ano, radiocésio de Fukushima estava sendo relatado em florestas finlandesas - isto é, na direção oposta dos ventos prevalentes, que primeiramente carregaram a radiação pelo Oceano Pacífico (STUK, 2012). Enquanto isso, embora a meia-vida do césio-137 seja de 30 anos, pesquisadores descobriram que os níveis de radiocésio de Chernobyl possuem uma duração muito maior em paisagens vivas. Na zona ao redor de Chernobyl, a “meia-vida ecológica” do césio-137 - isto é, o tempo estimado para que metade do césio desapareça da área - é de 180-320 anos (MADRIGAL, 2009).

Materiais radioativos são facilmente incorporáveis a seres vivos. Fungos são coletores particularmente eficientes de césio radioativo. Fungo micorrízico - ou o fungo que vive em relação mutualística com as árvores - passa radioatividade para florestas e animais que dele se alimentem. Sob a sombra de Fukushima, é difícil sentir algo além de desespero pela destruição do meio ambiente patrocinada pela espécie humana. Nesses tipos de paisagens arrasadas, fungos, com seus altos níveis de radiocésio, dificilmente são portais de esperança. Sem dúvida, fungos são uma forte lembrança do porquê expor a Terra à contaminação radioativa é uma ideia péssima para os humanos e toda a vida.

Precisamos ser capazes de diferenciar entre formas de perturbação que são inimigas para toda a vida e essas que oferecem oportunidades multiespecíficas. Um ponto de partida é reconhecendo que nem todas as paisagens moldadas pela mão humana são tão mortais quanto aquela espalhada pela usina de Fukushima. É nessas pequenas diferenças que podemos procurar por esperança. Paisagens arrasadas são tudo o que temos, e precisamos explorar seus pedaços que ainda promovem a vida.

As ruínas agora são nossos jardins.

REFERÊNCIAS²⁵

- ALEXANDER, Susan; PILZ, David; WEBER, Nancy S.; BROWN, Ed; ROCKWELL, Victoria A.; Mushrooms, Trees and Money: value estimates of commercial mushrooms and timber in the Pacific Northwest. *Environmental Management*. Vol. 30. No.1. pp. 129-141. 2002. Disponível em: <http://www.pilzwald.com/dev/wp-content/uploads/2016/links/2002AlexanderEtalMushTreesMoney.pdf>. 2002. Acessado em 11/04/2018.
- COGSWELL, P. Jr. Deschutes Pine Logging. EM: VAUGN, T. (Ed.). *High and Mighty: selected sketches about the Deschutes Country*. Portland, Oregon: Oregon Historical Society. Pp. 235-259. 1981.
- CONE, Marla. *Fukushima's radioactivity found in California kelp; levels spiked, then disappeared*. Environmental Health News. 30/3/2012.
- HANNELIUS, S.; KUUSELA, K. *Finland, The Country of Evergreen Forest*. Forssa: Forssan Kirjapaino. 1995.
- LANGSTON, N. *Forest Dreams, Forest Nightmares: the paradox of old growth in the inland west*. Washington: University of Washington Press. 1995.
- LEFEVRE, Charles K. *Host Associations of Tricholoma Magnivelare, the American Matsutake*. (Dissertação). Department of Philosophy. University of Oregon State. 2003. Disponível em: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/13115/LefevreCharlesK2003.pdf?sequence=1>. 2003. Acessado em 11/04/2018.
- MADRIGAL, Alexis. *Chernobyl exclusion zone radioactive longer than expected*. Wired. 15/12/2009. Adendo dos Tradutores: Disponível em: <https://www.wired.com/2009/12/chernobyl-soil/>. 2009. Acessado em 11/04/2018.
- NORDSTROM, Carolyn. *Global Outlaws. Crime, money and power in the contemporary world*. University of Carolina Press. 2007.
- OGAWA, Mankoto. *Matsutake no Seibutsugaku*. Tokyo: Tsukiji Shokan. 1978.
- ROBBINS, William G. *Landscapes of Conflict: the Oregon story, 1940-2000*. Washington: University of Washington Press. 2004.
- ROBBINS, William G. *Landscapes of Promise: the Oregon story, 1800-1940*. Washington: University of Washington Press. 1997.
- STADE, Ronald. *Global Concept Chains: cultural engineering, political contestation, and global scenarios*. (Dissertação). Sem data.
- STEEN, Harold.K. *The U.S. Forest Service: a history*. Seattle: Ed. Centennial. 2004.
- STUK. *Radioactivity in forests*. Atualizado em 10/5/2012. Adendo dos Tradutores: Disponível em: <http://www.stuk.fi/web/en/topics/environmental-radiation/radioactivity-in-forests>. 2012. Acessado em 11/04/2018.
- YAMIN-PASTERNAK, Sveta. *How The Devils Went Deaf: ethnomycology, cuisine, and perception of landscape in the russian north*. (Doutorado). Department of Philosophy. University of Alaska Fairbanks. 2007. Disponível em: <https://www.uaf.edu/files/rap/Yamin-Pasternak%20dissertation%202007.pdf>. 2007. Acessado em 11/04/2018.
- ZABARENKO, Deborah. *Fukushima radiation seen in tuna off California*. Reuters. 28/5/2012. Disponível em: <http://www.reuters.com/article/us-japan-nuclear-tuna-idUSBRE84R0MF20120528>. 2012. Acessado em 11/04/2018.

Recebido em: 12/04/2018

Aprovado em: 12/05/2018

Publicado em: 30/11/2018

25 Todas referências digitais foram anexadas pelos tradutores.