

PARAMETRIA E O DESEJO DE UMA COMPUTAÇÃO INTEGRADA EM PROJETO

**André Procópio¹, Anja Pratschke²,
Camila de Oliveira Ghendov³, Gilfranco Medeiros Alves⁴,
Gonçalo Castro Henriques⁵, Jarryer Andrade De Martino⁶,
Marcelo Tramontano⁷, Maria Gabriela Caffarena Celani⁸,
Mateus de Sousa Van Stralen⁹, Vanessa Forneck¹⁰,
Bruna Silva Rodrigues¹¹, Gabriela NoreMBERG Pinto¹²,
Letícia Rodrigues da Cunha¹³, Taís Beltrame dos Santos¹⁴
e Eduardo Rocha¹⁵**

A Revista PIXO tem o prazer de abrir sua 17ª edição com uma série de entrevistas com profissionais da área de Projeto, Parametria e Tecnologia do Brasil. Os entrevistados atuam em diferentes regiões do país: São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro e são reconhecidos pela proximidade e relevância de suas pesquisas e práticas sobre o tema. O objetivo das entrevistas foi suscitar e reunir conceituações, reflexões e exemplificações sobre o desenho paramétrico e sua utilização no Brasil. O material aqui apresentado foi provocado por quatro perguntas feitas a todos os entrevistados: 1-Como você definiria desenho paramétrico? Como percebeu a introdução do no Brasil? 2- Como conheceu o desenho paramétrico e como o utiliza atualmente? 3-Você poderia nos contar sobre um projeto destaque que usa processos paramétricos? 4- É possível parametrizar os desejos? Entende-se que diversificar e pluralizar as respostas sobre a temática, contribua para a construção do conhecimento e amplie as discussões sobre as formas de projetar em arquitetura e urbanismo. Desejamos uma boa leitura!

Entrevistadoras

Vanessa Forneck, Bruna Silva Rodrigues e Gabriela NoreMBERG Pinto.

1 Arquiteto e Urbanista pela Mackenzie.

2 Doutorado sandwich/especialização em Hipermedias pela Université de Paris 8, pós-doutorado na Bartlett School of Architecture, University College of London.

3 Arquiteta e Urbanista (Mackenzie) e especialista em Arquitetura Digital e Projetos Paramétricos no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo.

4 Doutor em Arquitetura e Urbanismo do IAU (USP), com período sanduíche em Delft University of Technology, na Holanda.

5 Doutor em Arquitetura, Especialidade de Tecnologia na Arquitetura na Universidade Técnica Lisboa, FAUTL, Portugal.

6 Doutor em Arquitetura, Tecnologia e Cidade pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

7 Pós-doutor pela Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Malaquais, ENSAPM, França e tem Livre-docência pela Universidade de São Paulo, USP.

8 Doutora em Architecture: Design & Computation no Massachusetts Institute of Technology (MIT) Estados Unidos, pós-doutorado pela Universidade Técnica de Lisboa (UTL) Portugal

9 Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela UFMG.

10 Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, na linha de pesquisa Urbanismo Contemporâneo do PROGRAU/ UFPel. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela mesma universidade. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

11 Graduada em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Pelotas.

12 Graduada em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Pelotas.

13 Graduada em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Pelotas.

14 Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, na linha de pesquisa Urbanismo Contemporâneo do PROGRAU/ UFPel. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela mesma universidade. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

15 Professor Associado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal de Pelotas. Arquiteto e Urbanista pela UCPel, Mestre em Educação pela UFPel, Doutor em Arquitetura pelo PROPAP/ UFRGS e Pós-Doutor pela Università Roma Tre.

Roteiro

Eduardo Rocha, Vanessa Forneck, Taís Beltrame dos Santos, Bruna Silva Rodrigues, Gabriela NoreMBERG Pinto e Letícia Rodrigues da Cunha.

Transcrição

Bruna Silva Rodrigues e Gabriela NoreMBERG Pinto.

Revisão

Vanessa Forneck, Taís Beltrame dos Santos e Eduardo Rocha.

Título

Gonçalo Castro Henriques

Entrevistados

André Procópio - Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Sócio fundador do *Metamorfose Studio* em 2014, com sede em São Paulo-SP, juntamente com a arquiteta Aline D'Avola. Os projetos que o estúdio desenvolve pertencem a várias escalas: pequenos objetos, reforma de interiores, novas construções, espaços públicos e até projetos urbanos com variados programas. Dentro do contexto atual da arquitetura digital, o escritório procura abrir uma alternativa para pesquisas digitais e experimentações dentro das possibilidades formais, buscando encontrar respostas às preocupações contemporâneas.

Anja Pratschke - Pesquisadora alemã, mora no Brasil desde 1990, Professora Associada do Instituto de Arquitetura e Urbanismo, na Universidade de São Paulo. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. Co-coordenadora do grupo de pesquisa Nomads.usp - Núcleo de Estudos de Habitares Interativos. Graduada em Arquitetura pela Ecole d'Architecture de Grenoble, na França. Mestre em História da Arquitetura pela Escola de Engenharia da USP e Doutora em Ciências Computacionais pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo. Doutorado sandwich/especialização em Hipermedias pela Université de Paris 8, pós-doutorado na Bartlett School of Architecture, University College of London.

Camila de Oliveira Ghendov - Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, com Intercâmbio Acadêmico na Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. Tem especialização em Arquitetura Digital e Projetos Paramétricos no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e ensino técnico em Economia Criativa no Setor Audiovisual pela SPCine-Prefeitura de São Paulo. Pesquisadora de Ambientes de Trabalho Imersivos no programa de Mestrado Profissional em Arquitetura, Urbanismo e Design do Centro Universitário Belas Artes. É Técnica do Laboratório de Experiências Imersivas do Centro Universitário Belas Artes (IMEX) e professora, na mesma instituição, nos cursos de graduação em Rádio e TV e Mídias Sociais Digitais, e Pós-graduação em Arquitetura Digital e Projetos Paramétricos. Também desenvolve produções gráficas em fotografia e ilustração para O Estúdio Gráfico, e produz peças em realidade aumentada para redes sociais.

Gilfranco Medeiros Alves - Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pelotas, RS. Tem especialização em Design de Interiores pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP), mestrado em Estudos de Linguagens pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo do IAU (USP), com período sanduíche em Delft University of Technology, na Holanda. É Professor Adjunto na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e coordenador do grupo de pesquisa algo+ritmo.

Gonçalo Castro Henriques - Graduado em Arquitetura pela Escola Superior Artística

do Porto, ESAP, Portugal. Tem mestrado em Architecturas Genéticas na Universitat Internacional de Catalunya, na Espanha e doutorado em Arquitetura, Especialidade de Tecnologia na Arquitetura na Universidade Técnica Lisboa, FAUTL, Portugal. É pesquisador e professor adjunto na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, onde, também, coordena o Laboratório LAMO - Laboratório de Modelos 3D e Fabricação Digital (FAU-UFRJ).

Jarryer Andrade De Martino - Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário Moura Lacerda, São Paulo. Tem especialização em Design de Multimídia pela Universidade Anhembi Morumbi, mestrado em Desenho Industrial pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É professor e pesquisador na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e coordenador do grupo de pesquisa Tecnologias Integradas ao Projeto.

Marcelo Tramontano - Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas e em Arquitetura pela Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, França. Tem mestrado em Arquitetura pela Ecole D'Architecture de Grenoble e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo. É pós-doutor pela Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Malaquais, ENSAPM, França e tem Livre-docência pela Universidade de São Paulo, USP. É pesquisador e professor Associado do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP. Coordenador do grupo de pesquisa Nomads.usp - Núcleo de Estudos de Habitares Interativos, membro titular da Congregação do IAU-USP e editor-chefe do periódico VIRUS.

Maria Gabriela Caffarena Celani - Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo, USP e mestre em Arquitetura e Urbanismo pela mesma instituição. Tem doutorado em Architecture: Design & Computation no Massachusetts Institute of Technology (MIT) Estados Unidos, pós-doutorado pela Universidade Técnica de Lisboa (UTL) Portugal e Livre-docência pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É pesquisadora e docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, onde criou o Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC) e o grupo de pesquisas Teorias e Tecnologias Contemporâneas Aplicadas ao Projeto.

Mateus de Sousa Van Stralen - Graduado em Arquitetura pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), tem mestrado em Arquitetura e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela mesma instituição. É professor adjunto na UFMG, pesquisador do LAGEAR e diretor da KUBUS4D. Foi pesquisador do Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC-MG). É membro da ASC (American Association of Cybernetics), revisor do periódico Kybernetes (Inglaterra) e membro do Comitê Científico da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital (SIGRADI).

Revista PIXO: Como você definiria desenho paramétrico? Como percebeu a introdução no Brasil?

Gabriela Celani: O desenho ou projeto paramétrico (*parametric design*) existe há muito tempo. Ele consiste simplesmente em deixar alguns parâmetros do projeto em aberto, especificando intervalos de valores que podem ser atribuídos a cada parâmetro no momento de sua instanciação – ou seja, no momento em que o projeto será efetivamente realizado. Manuais de arquitetura, como os tratados de Alberti, Palladio e Durand, podem ser considerados exemplos de projeto paramétrico. Desse modo, podemos dizer que o primeiro caso de projeto paramétrico no Brasil foi o uso

do tratado de Alberti pelos jesuítas na construção de algumas das primeiras igrejas em nosso território (ver a tese de doutorado de Giovana Godoi da Unicamp¹⁶, e os artigos publicados por José Pinto Duarte e Mário Kruger no projeto Digital Alberti¹⁷).

Com relação ao projeto paramétrico implementado em computador, pode-se dizer que ao começarmos a usar softwares de desenho, provavelmente nos anos 1970, já começávamos a trabalhar parametricamente. Com relação ao uso explícito de algoritmos, o exemplo mais antigo que conheço no Brasil é de 1989, quando Waldomiro J. S. Leite publicou, pela Editora Érica, o livro *AutoLisp: guia da linguagem de programação do AutoCad*. No mesmo ano, a editora Ciência Moderna publicou a tradução do livro *Técnicas Avançadas em AutoCAD*, de Robert M. Thomas. Essas duas obras tinham como foco a programação em AutoLisp, e não o projeto paramétrico em si, mas já mostravam algumas maneiras simples de parametrização com o uso de algoritmos, como a parametrização de portas e de outros componentes de desenho. Em 2003 eu mesma publiquei, pela editora Campus-Elsevier, o livro *CAD Criativo*, que apresentava o conceito de projeto paramétrico de modo mais objetivo, introduzindo a linguagem VBA para AutoCAD. Mas foi só a partir de 2009, com o *workshop* de Grasshopper de Gonçalo Castro Henriques e Ernesto Bueno durante o congresso SIGraDi em São Paulo, organizado pelo professor Eduardo Nardelli, que o projeto paramétrico efetivamente se tornou mais conhecido no Brasil.

Anja Pratschke¹⁸: Eu queria agradecer pela entrevista, porque me permitiu lembrar de onde vem o uso do design paramétrico no ensino da Arquitetura e Urbanismo. Eu sou professora do ensino da computação para Arquitetura há 20 anos. Sou arquiteta e doutora em computação, que me diferencia de outros professores que ensinam computação para arquitetura. Sou arquiteta de formação e fiz o doutorado em computação, numa época em que a computação estava muito preocupada com a relação homem-máquina. Na época os computadores eram máquinas *stand-alone*, sem conexão em rede. Em 2001, o laboratório de computação do curso de Arquitetura e Urbanismo, tinha somente um computador, de vinte no total, ligado à internet. Observamos o desenvolvimento tecnológico da informação e comunicação nesses últimos vinte anos. Foram desenvolvidas redes, permitindo computadores de se interconectar por cabos ou wifi. Também foram desenvolvidos programas computacionais compatíveis, inclusive para a área de Arquitetura e Urbanismo e o sistema de armazenamento de informação foi revisto, com a possibilidade de salvar arquivos hoje em nuvens.

Para definir e aprofundar o conceito e contexto atrás do desenho paramétrico, sugiro a leitura do livro *Elements Of Parametric Design¹⁹* (2010), de um pesquisador e professor norte-americano Robert Francis Woodbury. O livro ensina o que o projetista precisa estudar de novos conhecimentos e habilidades. Gosto muito de uma metáfora que o autor usa na introdução do livro. Ele compara o processo que se usa no design paramétrico a produção de música, acredito, por causa da presença de uma indeterminação. Na produção da música tem três aspectos: os músicos, os instrumentos e a peça que você tem que apresentar. Além disso, tem o ambiente, que promove ou dificulta a recepção acústica dos três aspectos interagindo. Então,

16 GONÇALVES, Giovana de Godoi. Uma interpretação computacional do “De re aedificatoria” para igrejas históricas brasileiras. 2015. 147 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258034>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

17 KRUGER, Mário; et al. - Na gênese das racionalidades modernas II: em torno de Alberti e do Humanismo. Coimbra: [s.n.]. 506 p. ISBN 978-989-26-1014-6.

18 A pesquisadora foi entrevistada por vídeo chamada, e as respostas aqui apresentadas são transcrições.

19 Woodbury, Robert Francis. Elements of Parametric Design. New York: Routledge, 2010.

dependendo do músico, do instrumento e em que lugar é tocado, essa peça vai mudar. Podemos dizer que a seleção relacional entre os aspectos define o resultado. O design paramétrico é isso, tem essas indefinições que dependem de relações. Você tem um ponto A e você tem um ponto B, mas você tem a relação entre os dois. Essa relação pode alterar dependendo se o ponto A vai um pouco para frente ou um pouco para trás, mas a relação não se quebra.

O design paramétrico não é um *software* e não é uma técnica precisa, ele é um conceito de como fazer a organização de um processo de projeto. É ligado a um desenvolvimento computacional que tem a ver com a organização da informação e a comunicação dessa informação. O design paramétrico está por trás do BIM, do *Building Information Modeling*, que também é paramétrico. Nós esquecemos muito disso. E quem começa a aprender programas de BIM, deve estar consciente que atrás, encontra-se a programação visual, como o *Grasshopper*, *Dynamo* ou *GenerativeComponents*, que define as relações entre as partes.

A introdução do Design paramétrico como conceito norteador do processo de projeto em Cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, e no nosso Instituto em específico, se dá por volta de 2012, estimulado pelo crescente interesse em fabricação digital e o acesso educacional a programas computacionais. O desenvolvimento da rede, a aquisição de computadores de última geração para os laboratórios e a crescente autonomia dos estudantes através de computadores portáteis, impulsionou a introdução de programas e conceitos BIM e seus aspectos tecnológicos. A programação visual foi introduzida a partir de 2012 em laboratório, onde inicialmente foi usado para busca de formas, baseadas em geometria analítica. No início, quando o aluno não sabe usar, ele vai explorando curvaturas para telhados ou paredes, procurando volumetrias, que ele não consegue fazer em outros programas computacionais ou plataformas. O ensino das janelas de programação visual cedeu lugar ao ensinamento do conceito BIM no processo de projeto, usando o Programa Revit, focando na modelação das informações e na colaboração entre as informações.

Recentemente, o desenvolvimento projetual que inclui dados de simulação térmico,



de custo, entre outros, traz a necessidade de incluir de novo a programação visual no contexto de BIM. Inclusive os programas como Revit incluem janelas de programação visual. A montagem de um laboratório de fabricação digital em 2013, estimulou a revisão do processo de projeto de forma paramétrica. Foram adquiridas as máquinas como impressora 3D, cortadora a laser e fresadora. Esses laboratórios surgiram em várias Escolas de Arquitetura no Brasil e no mundo, nessa época. A fabricação digital, implica arquivos digitais, permitindo explorar a integração entre o design paramétrico e a fabricação digital. No nosso grupo fizemos o primeiro pavilhão paramétrico, chamado *Slice* (Figura 1). Ele foi projetado por programação visual, utilizando como material chapas de aço cortadas por uma cortadora industrial e construído no campus de São Carlos, IAU-USP. Foi um *workshop* em várias fases e construímos um protótipo para ver como funciona a integração de uma janela de programação visual para uma cortadora a *laser* industrial. Depois, as peças eram numeradas para a realização da montagem. Foi uma das primeiras experiências no Brasil, feita aqui no Instituto de Arquitetura e Urbanismo.

Jarryer De Martino: O desenho paramétrico registra um pensamento sistêmico, ou seja, um mecanismo composto por diferentes elementos que interagem entre si. Sendo assim, o paramétrico está diretamente ligado ao modo de pensar as articulações entre os elementos de um problema em solução. Isso gera demanda por uma representação não estática, abstrata e, que seja capaz de manter as propriedades topológicas dos corpos geométricos. Nesse sentido, a representação paramétrica utiliza diferentes linguagens como forma de registro (matemática, palavras ou símbolos). Por isso a substituição do termo desenho por representação. Acredito que o paramétrico está relacionado à criação de um mecanismo capaz de representar a articulação de um pensamento. Enquanto o desenho acaba sendo o resultado da manifestação de um determinado estado do mecanismo paramétrico citado anteriormente. Ao se alterar os valores das variáveis de uma representação paramétrica, coloca-se o mecanismo em um novo estado e, conseqüentemente, gera-se um novo desenho. Por isso, defino a representação paramétrica como uma forma de representação aberta e dinâmica, registrando a topologia de corpos geométricos e permitindo a sua atualização a qualquer momento.

Falar sobre a introdução da representação paramétrica no Brasil poderia provocar injustiças. No entanto, percebi que o tema ganhou evidência com as pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC), fundado e coordenado pela Profa. Dra. Gabriela Celani desde 2006, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Além da realização do XIII Congresso Anual da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital (SIGraDi), sob o título *Do moderno ao Digital: desafios de uma Transição*, na cidade de São Paulo, em 2009. Ambos contribuíram significativamente para a disseminação e a consolidação dessa discussão no Brasil.

Mateus Van Stralen: Eu definiria o desenho paramétrico como um processo no qual propriedades dinâmicas são incorporadas através de relações explícitas entre variáveis independentes – parâmetros. Esta visão está associada à como podemos trabalhar em um modelo paramétrico as relações entre funções, parâmetros e geometria de modo a acomodar variações – distúrbios – sem que se perca a consistência do todo.

Acredito que inicialmente a introdução do desenho paramétrico no Brasil se deu por parte de grupos de pesquisa focados no desenho computacional e pelos próprios alunos de arquitetura que tiveram contato com grupos de pesquisa e escritórios no Brasil e no exterior que exploram o tema. Muito desse contato foi possibilitado pelo

programa governamental *Ciências sem Fronteiras*.

Camila Ghendov: A parametria é quando utilizamos regras matemáticas para gerar objetos, formas ou padrões de repetição. O desenho paramétrico pode acontecer desde o projeto design de produto, como um mobiliário, até a concepção de um projeto arquitetônico de grande porte. Designs que seriam (quase) impossíveis de pensar e desenhar de forma manual, foram facilitados com os *softwares* de modelagem generativa, como projetos arquitetônicos assinados pela equipe do Frank Gehry e da Zaha Hadid. Mas também pode ser usada para modelagem de projetos repetitivos, como galpões, aeroportos, edifícios corporativos, residências multifamiliares e outros.

O desenho paramétrico traz aos projetistas a liberdade de mudar de opinião e readequar o modelo a qualquer momento sem perder muito tempo. Alguns exemplos que temos no Brasil são escritórios como *Aflalo & Gasperini* com BIM, *Estúdio Guto Requena* com arte e tecnologia, Andrea Macruz com Design de Produto e Biomimética... Temos também estudantes entrando nessa área fazendo pesquisas acadêmicas e desenvolvendo protótipos.

André Procópio: Gosto da analogia de pensar o desenho paramétrico como uma receita de bolo. Quando consultamos um livro de receitas para fazer um bolo ele possui uma série de passos que devemos seguir para termos o resultado mostrado na foto da receita. Os ingredientes desse bolo são nossos inputs, dados que iremos introduzir no começo para ter nosso resultado final. Cada ingrediente (input) irá percorrer um caminho, para ao final ter o nosso tão esperado bolo. Mas se quiséssemos alterar alguns ingredientes ou apenas trocá-los de ordem, o que aconteceria, como ficaria nosso bolo final? O desenho paramétrico é exatamente isso, uma receita de bolo que possui números ou dados variáveis e que podemos explorar suas combinações. Nos permite transitar entre variações, visualizando suas interações e adaptações no modelo paramétrico (bolo) e assim trabalhar de forma interativa fornecendo ao modelo respostas e análises em tempo real.

O design paramétrico faz parte do nosso instrumento de trabalho. Colabora no processo projetual e traz a informação para as etapas preliminares do projeto. Possibilitando dessa forma antecipar possíveis problemas, simular e também analisar diversas situações.

Como colocado por Artigas²⁰ em seu texto da aula inaugural da FAU de 1967:

Não esperem que eu tome partido contra as técnicas. Muito ao contrário, julgo que frente a elas, os arquitetos e os artistas viram ampliado o seu repertório formal assim como se ampliaram seus meios de realizar. Alinho-me entre os que estão convictos de que a máquina permite à arte uma função renovada na sociedade.

Marcelo Tramontano²¹: Eu dividi essa pergunta em duas, porque achei muito distintas as duas respostas. Antes de mais nada, eu queria dar uma visão de design paramétrico, que na verdade engloba todo tipo de projeto de arquitetura e urbanismo,

no nosso caso, envolvendo o uso de parâmetros e de programas computacionais que chamamos de paramétricos, incluindo os programas e processos de modelagem paramétrica de BIM, GIS e todos esses. Às vezes, algumas pessoas chamam de design paramétrico só a modelagem paramétrica, mas na verdade, todos esses modos de projetar lidam com parametria. O projeto de arquitetura e urbanismo sempre lidou com parâmetros, e o que temos de novo nesses programas e nessas formas de projetar, é que foram atribuídos valores numéricos a diversos parâmetros da arquitetura ou do projeto de arquitetura. Além disso, esses parâmetros foram associados, de maneira que quando você altera o valor de um deles, os valores de outros parâmetros também são alterados. O design paramétrico é basicamente isso, essa possibilidade de atribuição de valores aos parâmetros e sua manipulação, estabelecendo associações entre eles.

Em termos de processo de projeto, eu acho importantíssimo também lembrar, que ele altera a maneira como o projetista lida com o projeto, porque a programação é um intermediário computacional, diferente do AutoCAD, por exemplo, que reproduz as linhas e assim constrói um desenho. O programa paramétrico é um interlocutor do projetista, porque se estabelece um processo dialógico justamente por causa da associação de parâmetros. Você altera valores em certos parâmetros, ele altera valores em outros, e esses valores associados devolvem informações para que você as aprove ou não, seguindo para um outro passo e assim por diante. Acho, ainda, importante lembrar que o design paramétrico existe em estreita relação com a fabricação digital. É muito difícil falar de design paramétrico, sem falar de fabricação digital, pois ela constitui uma das principais possibilidades de realização do que se concebe com modelagem paramétrica. O que não seria possível de outra forma, e que também é uma fabricação paramétrica. Então, é fundamental ligar essas duas coisas.

Em relação à pergunta sobre a introdução do design paramétrico no Brasil, eu vou manter uma diferença entre o BIM e a modelagem paramétrica. Em 2016, o grupo que eu coordeno na USP, o Nomads.usp, organizou uma pesquisa para entender os principais obstáculos, naquele momento, para a implantação do BIM no estado de São Paulo. Entrevistamos quatro grupos de atores: escritórios, órgãos públicos, escolas e fornecedores. Um obstáculo era, por exemplo, que os escritórios precisavam de uma mão de obra, que a maioria das escolas se recusava a formar. Essas escolas são particulares, e teriam que pagar professores com uma formação específica, o que eles não costumam fazer. Além disso, teriam que equipar seus laboratórios e pagar a licença dos programas. Foi interessante perceber essas outras questões envolvidas. E também, por outro lado, desde 2008, existem grupos de trabalho na esfera federal trabalhando para a implementação do BIM, inclusive com consultorias do Bilal Succar e de pessoas importantes no mundo do BIM. Recentemente, foram aprovadas algumas legislações exigindo o uso de BIM para projetos públicos, o que é uma grande vitória.

Em termos de universidade pública, constantemente precisamos nos perguntar, sobre esse filtro que ajudamos a conformar. Porque tanto o BIM, como a modelagem paramétrica podem auxiliar processos muito interessantes, mas também são meios de manipulação e de controle, tanto pelas grandes empresas, como pelo próprio governo. Se imaginarmos que, sem nada disso, um arquiteto poderia desenhar à mão um projeto numa folha de papel e entregar para um pedreiro executar, teríamos uma interface mínima. É claro que não são processos comparáveis, mas temos que pensar sobre a real necessidade do suporte computacional, de redes, programas, dispositivos e de computadores. Temos que nos preocupar em auxiliar a instrumentação dos pequenos escritórios, porque os grandes produtores de *software*, como grandes fornecedores e empresas de construção civil não precisam de nós.

20 Vilanova Artigas. "O Desenho / Vilanova Artigas" 23 Jun 2016. ArchDaily Brasil. Acessado 17 Mar 2021. <<https://www.archdaily.com.br/br/790124/o-desenho-vilanova-artigas>> ISSN 0719-8906

21 O pesquisador foi entrevistado por vídeo chamada, e as respostas aqui apresentadas são transcrições.

Isso ficou muito claro nessa pesquisa, porque os fornecedores que, em 2016, já tinham todas as famílias da sua produção modeladas, eram fornecedores de coisas caríssimas. Então, se você quisesse fazer um projeto em BIM, ou você modelava famílias que não existiam ainda ou comprava desses fornecedores. É, portanto, uma responsabilidade nossa facilitar e incentivar a introdução do design paramétrico no Brasil, permitindo que o profissional sozinho consiga realizar trabalhos, para os quais eram necessárias grandes equipes. O BIM permite diversos níveis de precisão, e em projetos públicos, permite transparência no controle de gastos. Mas seu uso precisa ser feito com uma visão crítica, algo que prezamos bastante nas universidades públicas.

Com relação à modelagem paramétrica, queria lembrar que ela não se limita às formas curvas ou às geometrias complexas, que costumamos ver, por exemplo, em edifícios projetados pela Zaha Hadid. Na verdade, a modelagem paramétrica permite um monte de coisas, ao proporcionar um controle muito maior do projeto e da posição exata de todos os pontos de um objeto arquitetônico no espaço. E isso é muito novo e muito importante. A maior visibilidade de formas modeladas parametricamente, no Brasil, talvez tenha sido em alguns estádios da Copa do Mundo, de 2016. Eu destacaria o projeto Arena das Dunas, em Natal, do qual muita gente não gostou, mas que eu acho incrível. Eu li o relatório dos dois escritórios que trabalharam no projeto e dos programas usados, e realmente foi um trabalho surpreendente. Esses profissionais fizeram boa parte do processo à distância e conseguiram construir, em um lugar com pouquíssimos recursos e com muitas dificuldades.

E uma última questão. Quando falamos de fabricação digital possibilitando a concepção e materialização de formas complexas, às vezes temos a impressão de que a indústria da construção civil, no Brasil, não está pronta para produzir esses componentes. Talvez em termos gerais, não esteja mesmo. Mas nós também fizemos um levantamento no estado de São Paulo, e muitas indústrias já tinham partes da sua produção digitalizadas. Elas tinham comprado máquinas, que permitiam o corte e a dobragem de chapas, ou mesmo a impressão 3D, e as utilizavam em trechos de suas linhas de produção. Muitos destes fabricantes estavam abertos a novos projetos e novas demandas. Ficaram muito interessados, pois certas máquinas, que haviam custado caríssimo, estavam subutilizadas. Para alguns, era uma surpresa imaginar que poderiam produzir componentes construtivos. Então, acho que é uma parceria, nesse primeiro momento, entre arquitetos, talvez artistas, fabricantes e engenheiros, no sentido de explorar o que seria interessante e o que seria possível fazer com a tecnologia de que dispomos. E fazer.

Gilfranco Alves: O desenho paramétrico é uma estratégia projetiva em arquitetura e urbanismo que, a partir dos princípios da mediação digital, estabelece uma série de relações com o processo de projeto concebendo um objeto arquitetônico a partir da informação e dos dados que definem seus componentes (como forma, dimensão, materialidade, etc.). Essa parametrização traz a tomada de decisões, escolhas e especificações para uma fase mais inicial do projeto, permitindo sua posterior atualização com ajustes e modificações sem retrabalhos, apenas pela atualização dos valores numéricos de tais parâmetros. Na minha percepção, sua introdução no Brasil se deu no começo dos anos 2000, por meio de grupos de pesquisa importantes no cenário nacional como o LAPAC e o Nomads.usp, mas também a partir de workshops como os da *Architectural Architecture School of London*, mais conhecida como AA, e que vem ocorrendo no Brasil desde essa época em um programa regular denominado *Visiting School*. Vale lembrar também que os congressos internacionais de gráfica digital, como o SIGRADI, vêm promovendo a pesquisa e o debate sobre a chamada Arquitetura Digital e processos digitais de projeto desde o final dos anos

1990, quando o desenho paramétrico passa também a ser pesquisado e publicado com maior intensidade, com linhas específicas nos editais do evento.

Gonçalo Henriques: O tema da entrevista é oportuno, e as questões permitem alargar o tema à *Parametria e o desejo de uma computação integrada em projeto*. Agradeço o convite, e respondendo às duas primeiras questões - como percebi a introdução do desenho paramétrico e como o utilizo atualmente - partilho o meu percurso nessa área, fomentando o design paramétrico e algorítmico, no processo de projeto.

Fiz o curso de Arquitetura no Porto (Portugal), e após alguns anos trabalhando em escritórios de Arquitetura para ganhar prática, decidi fazer um mestrado em Barcelona (ESARQ-UIC 2004). Escolhi o *Genetic Architectures* porque o programa associava a arquitetura com a fabricação digital, dando acesso a novas geometrias. No final do curso alguns dos participantes do master pensaram nas possibilidades de usar programação em projeto, no entanto, nós não sabíamos como usar a programação, nem que ferramentas escolher. Andávamos à procura de um caminho por onde avançar. Quando terminei o mestrado em 2005 em Barcelona tal como os meus colegas, gostaria de poder trabalhar com programação em arquitetura. Mas além de não termos os instrumentos para o fazer, não havia essa oportunidade nos próprios escritórios de arquitetura. Então tivemos que procurar outras possibilidades para desenvolver a programação, pensando em como aplicar esses conhecimentos no contexto de projeto.

Nesse processo, regresssei ao Porto, e comecei a organizar *workshops* sobre os temas que nos interessavam explorar. Utilizamos por exemplo campos de forças definidos por parâmetros que variavam ao longo do tempo, utilizando então um *software* de animação, o 3D Max. Depois, surgiu o RhinoScript que comecei a estudar com um colega do mestrado, o Carlos de La Barrera. O RhinoScript é um tipo de programação textual no Rhino, que se aproxima da linguagem *Visual Basic*, que permite implementar o design paramétrico explicitamente, o que aplicamos num *workshop* em 2007.

Para continuar a investigar estes temas, concorri a uma bolsa de doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia do Governo de Portugal, e convidei o Prof. José Duarte para meu orientador. Comecei a pensar em como usar programação aplicada à arquitetura. Tal não era comum na época (2008) e a primeira pergunta que me faziam era para quê. Por quê utilizar programação? Nessa época fui então procurar professores de programação da Faculdade de Engenharia do Porto. Pensei que ao envolvê-los no processo, os conseguiria convencer a programar para mim, ou pelo menos a me ajudar. Foi então que percebi uma mudança de paradigma: em várias áreas de conhecimento, se começava a ensinar a programar, para que cada área de conhecimento pudesse desenvolver a sua própria programação. Ou seja, dito de outra maneira, o impacto da programação em todas as áreas do conhecimento foi tão grande que os programadores precisaram ser criados dentro de cada área, porque os programadores do curso de programação não eram suficientes para suprir uma demanda exponencial. Como a revolução digital não tinha chegado à arquitetura, fui aprender as bases de programação por objetos numa disciplina de engenharia mecânica. Nessa época tive o conhecimento do livro *CAD Critativo*, que introduzia a programação em projeto utilizando o AutoCad com Visual Basic, escrito pela Prof. Gabriela Celani.

No início do doutorado, em 2008, voltei a Barcelona, e participei no congresso Internacional SIMAE (Organização Jordi Truco e Alberto Estévez). Nesse congresso,

inscrevi-me num *workshop* de RhinoScript com o David Rutten, em conjunto com outros arquitetos Interessados no Digital como o Ernesto Bueno, Evert Amador, Tobias Schwinn e Gabriela Celani, que conheci pessoalmente. No final do curso o David apresentou-nos um programa que no momento estava sendo desenvolvido por ele, chamado Explicit History. Esse programa veio a ser conhecido como Grasshopper.

O David Rutten é um arquiteto holandês que, em 2003, queria programar e que não foi entendido na sua Universidade (TU-Delft). A sua proposta foi olhada com desconfiança pelos seus professores e por isso David resolveu abandonar o curso para entrar em uma empresa como programador. Mais tarde voltou à universidade e terminou o curso. Entretanto desenvolveu o Grasshopper sendo um dos primeiros a utilizar a programação visual na arquitetura (Segundo o que tenho conhecimento, o primeiro aplicativo de programação visual na arquitetura foi o Generative Components desenvolvido por Robert Aish, em 2003, e lançado comercialmente em 2008). O Grasshopper tornou-se um sucesso mundial. Introduziu muitos arquitetos na programação visual, que não utilizariam programação ou design paramétrico de outra maneira. O grupo de participantes no *workshop* do SIMAE estava longe de saber que estávamos participando de um momento tão especial em relação à programação na arquitetura: alguns meses depois do curso foi lançado o Grasshopper.

Entretanto fui continuando a fazer experiências com design paramétrico e programação, em *workshops* no Porto. E em 2015 fui convidado pela professora Gabriela Celani para orientar o *workshop Geometrias Complexas e Desenho Paramétrico* incluído no XIX Congresso do SIGraDi, na Mackenzie, em São Paulo. Acredito que este foi o primeiro *workshop* de Programação Visual na América Latina. Para parceiro no *workshop* convidei o Ernesto Bueno, colega da UIC, que havia se mudado para o Brasil. A grande maioria dos nossos alunos seguiram pesquisa neste tema, como o Daniel Cardoso, o Pedro Veloso, a Verônica Natividade, o Vitor Calisto, entre outros e ficamos orgulhosos que tenham continuado com sucesso nessa área de pesquisa. A programação visual, e o Grasshopper em particular, abriram muitas possibilidades para o desenho paramétrico. Desde o primeiro contato com o Brasil, em 2009, as trocas foram fortes. Em 2014 também recebi um convite para visitar a Universidade Federal do Rio de Janeiro. Concorri então a uma vaga para Professor num concurso público. Desde então, tenho promovido o tema da integração digital em projeto.

Revista Pixo: Como conheceu o desenho paramétrico e como o utiliza atualmente?

Marcelo Tramontano: Eu sempre tive um interesse muito grande em relação ao desenho por computador. Eu fiz graduação em arquitetura na França, nos anos 80, e nesse período, eu já tinha um interesse enorme por todos os projetos passíveis de serem gerenciados por computador. Era o início do uso do computador em projeto de arquitetura, e eu pensava, não exatamente no processo de informatização, mas em processos de seriamento, como, inclusive, a arquitetura moderna pressupunha, transportados para um processo informatizado.

Também, nos anos 80, na Europa, o Desconstrutivismo teve um papel muito importante no questionamento da arquitetura que vinha sendo produzida até então. Vários jovens arquitetos e arquitetas tornaram-se subitamente conhecidos, como, por exemplo, a própria Zaha Hadid. Ela era uma professora na Architectural Association, em Londres, e propunha formas muito novas, representadas em pinturas a óleo. Aquelas formas que ela propunha me faziam pensar que seria necessário reformular a produção de edifícios e componentes, até porque seria muito difícil produzir com os meios de que dispúnhamos naquele momento. Outros dois excelentes escritórios,

que também haviam sido colocados nessa mesma cesta do desconstrutivismo, eram o UNStudio, de Roterdã, na Holanda, e o Gehry Partners, em Los Angeles, Califórnia. Ambos trabalhavam com novas formas arquitetônicas, só que a partir de equações matemáticas. Inclusive, no UNStudio, um dos associados é também matemático e músico. Essa relação entre formas arquitetônicas complexas e cálculos matemáticos não era, portanto, nada intuitiva. Elas já apontavam para o uso de computadores. No escritório do Frank Gehry, eles começaram a desenvolver alguns programas, na época, que resultou, mais tarde, na criação da Gehry Technologies, que até hoje, produz programas paramétricos para arquitetura e construção.

Já vinham de lá essas sementinhas. O Nomads.usp foi criado em 2000, e desde o início, sempre trabalhamos sobre o uso de meios digitais em processos de projeto. O BIM e a modelagem paramétrica já existiam, mas eram invisíveis para nós. Eu me lembro que, em 2008, fizemos um treinamento de pesquisa com graduandos de várias escolas do Brasil, sobre design paramétrico. Queríamos entender do que se tratava, quais eram os principais programas, e produzimos um primeiro levantamento com graduandos.

A partir de março de 2010, começamos a utilizar o design paramétrico na disciplina de Projeto, que eu ministro até hoje no terceiro ano de graduação do IAU-USP, voltada para equipamentos públicos. Desenhávamos, na época, abrigos de ônibus, e discutíamos muito com a Gabi Celani, porque ela também estava muito animada com o uso de formas complexas em abrigos. Foram vários anos em que fomos aprimorando esses procedimentos: no primeiro semestre, usávamos a modelagem paramétrica para esses abrigos e estações intermodais, e no segundo semestre, BIM para o desenho de escolas públicas. No estado de São Paulo, o projeto das escolas é coordenado pela FDE, que, já há alguns anos, fornece as famílias de componentes já modeladas para BIM. Isso foi no âmbito do ensino.

Em relação à pesquisa, entre 2011 e 2013, eu coordenei um projeto de políticas públicas FAPESP, o projeto Territórios Híbridos, no qual, pela primeira vez, usamos modelagem paramétrica. Participaram Gilfranco Alves, Cynthia Nojimoto, Jarryer De Martino, que eram doutorandos na época e hoje orientam pesquisas sobre o tema. Recebemos um grupo de pesquisadores e arquitetos em São Carlos para fazermos o pavilhão *Slice* (ver Figura 1). Este foi, provavelmente, o primeiro pavilhão de formas complexas, desenhado e produzido por parametria, realizado em uma universidade pública, no Brasil. Com o tempo, fomos acrescentando outras técnicas de fabricação ao nosso laboratório, e hoje temos também uma fresadora CNC, impressora 3D e cortadoras a laser. Foi assim que aproximamos a pesquisa e o ensino da graduação, o que foi muito bom.

Camila Ghendov: Engraçado como hoje parece claro, mas tudo foi uma sucessão de fatos. Eu sempre tive interesse pelas áreas de tecnologia, design e computação gráfica. Iniciei a graduação em 2009, e foi quando tive os primeiros contatos com softwares 3D, foi por curiosidade minha mesmo, pois ainda não os ensinavam dentro da faculdade de arquitetura. Também não entendia porquê os alunos “se matavam” para fazer vários cortes e elevações no AutoCAD.

O conceito de modelagem paramétrica mesmo só fui entender entre 2010~2012, quando tentei me aventurar no Revit pela primeira vez e também iniciei um curso rápido de Modelagem Generativa com Grasshopper aqui em São Paulo. Em 2013, estagiei na área de educação e treinamentos com metodologia BIM, então tive contato com projetistas e donos de escritório que queriam inovar e atualizar seus escritórios.

No ano seguinte, em um intercâmbio na Universidade de Lisboa, assisti disciplinas como Urbanismo Paramétrico, Fabricação Digital e Grasshopper. Fiz uma especialização em parametrização tempos depois. Agora já faz dois anos que comecei a desenvolver pesquisas com Experiências Imersivas (Realidade Virtual, Aumentada e outras tecnologias) e desde então, trabalho nessa área, associando modelos BIM, tecnologias imersivas, arte e prototipagem.

Gilfranco Alves: Conheci o desenho paramétrico como consequência de meu ingresso no doutorado em 2010 no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, o IAU, em São Carlos. Fiz parte do grupo de pesquisa Nomads.usp, e a partir das pesquisas com o grupo pude experimentar também outras possibilidades, como participar de três edições do AA Visiting School, duas em São Paulo e uma no Rio de Janeiro, assim como cumprir um período de estágio de doutoramento (sanduíche) na TU Delft, junto ao grupo de pesquisa Hyperbody.

Posteriormente, apliquei algumas metodologias de ensino do desenho paramétrico em uma disciplina optativa na USP, como estagiário docente trabalhando com minha orientadora de doutorado, a professora Anja Pratschke. Em 2013, ingressei como professor efetivo no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS, e aproveitando uma reformulação do projeto pedagógico do curso, criamos duas disciplinas para trabalhar especificamente com o tema, e assim vem sendo feito até hoje. Em paralelo, começamos as atividades do algo+ritmo, como um grupo de pesquisa interessado em processos de projeto mediados digitalmente, mas com grande ênfase em design paramétrico e prototipagem digital, dentre outras linhas de pesquisa (www.facebook.com/AlgoRitmo.ufms, @algo.ritmo_). Então, basicamente utilizamos o desenho paramétrico nestas disciplinas mencionadas (Representação e Criação Digital 1 e 2), assim como nas pesquisas do algo+ritmo, que são tanto teóricas como também produzem alguns experimentos, na medida das nossas possibilidades - em um cenário de uma universidade pública brasileira distante dos principais centros de fomento e investimentos.

Anja Pratschke: Meu primeiro contato com o design paramétrico foi no ano de 2009, quando eu fiz meu pós-doutorado em Londres, e claro, eu vi muitos projetos paramétricos construídos na minha estadia na Europa. Vi também os alunos da *Bartlett School of Architecture* e da *Architecture Association* trabalhando com programas que usavam os conceitos do design paramétrico. Agora tenho que falar um pouco do que me interessa: como professora e pesquisadora, estou interessada em como é feito o projeto, e não em: *ah o projeto é isso, ele é lindo, ele é bonito, olha a forma*. O que me deixa curiosa, e acho que todo arquiteto deveria ter essa curiosidade, é pensar: *como foi feito esse projeto? O que o projetista ou os projetistas usaram de referências, de conhecimentos, de habilidades para ter esse raciocínio projetual, para chegar no objeto arquitetônico?* Essa é uma curiosidade que eu tenho desde sempre.

Quando eu fui para a Europa, em 2009, para fazer meu pós-doutorado, eu estava atrás da verificação e da validação de metateorias, que são usadas para guiar os processos de projeto. A metateoria que eu mais estudo é a cibernética. A cibernética é uma metateoria, no sentido maior que as outras teorias, sobre a organização e a comunicação das informações. Então quando você pensa no conceito BIM, seja a modelação da informação da construção, você percebe que lá atrás, na fundamentação, tem a cibernética. A cibernética vem dos anos 1945/1946-7 e vem junto com o desenvolvimento do computador e uma necessária mudança produtiva inerente ao meio digital. Quando eu estudei computação, não se ouvia muito falar de cibernética. A partir de 2003, tive contato com a cibernética e pensei: *eu tenho que*

verificar se essa metateoria ainda está viva, se ainda é importante em arquitetura. Por isso eu fui para Londres, trabalhar com professores da Escola de Arquitetura, a *Bartlett School of Architecture*, que também eram ciberneticistas e que aplicam esse método para o processo de projeto.

Em Londres, vi essa teoria muito viva. Perguntei para o meu supervisor do pós-doutorado Ranulph Glanville, que era ciberneticista e arquiteto, o que ele achava da relação entre cibernética e design paramétrico? Ele me falou na época: *Anja, não tem nada a ver* e eu falei: *não é possível, eu estou vendo uma ligação entre os dois*. Então, com uma pulga atrás da orelha, eu fui investigar a possibilidade de estabelecer a relação entre o design paramétrico e a cibernética. Escrevemos dois artigos para verificar se tinha relação: *Qual cibernética e a parametrização?*²² em 2012, e um outro artigo em conjunto com um doutorando *Processos de criação, emergência e parametrização*²³, para verificar se tem uma relação. E para mim tem.

Jarryer De Martino: O meu primeiro contato com a representação paramétrica ocorreu no *workshop* ministrado pelas professoras Regiane Pupo e Gabriela Celani, como parte da programação do simpósio *GRAPHICA: Linguagem e Estratégias da Expressão Gráfica: Comunicação e Conhecimento*, realizado em Bauru, em 2009. Embora o *workshop* estivesse voltado para a prototipagem e fabricação digital, a representação paramétrica também fez parte da apresentação e discussão sobre o uso das tecnologias no processo de projeto. Momento em que encontrei a possibilidade de investigar o uso da ferramenta computacional em sua potencialidade, não se restringindo apenas à representação gráfica ou ao seu uso como prancheta digital.

Dessa forma, ingressei em 2010 no programa de pós-graduação da UNICAMP, sob a orientação da professora Celani, integrando a equipe de pesquisadores do LAPAC. A intenção de pesquisa foi investigar um método de projeto que dependesse exclusivamente de recursos digitais, o que me conduziu a explorar como tema os algoritmos genéticos da computação evolutiva. Durante a pesquisa ficou nítido o quanto a representação paramétrica e a ideia de sistemas são fundamentais para a elaboração do algoritmo genético. Atualmente dou continuidade à pesquisa na Universidade Federal do Espírito Santo, onde sou docente e coordeno o grupo de pesquisa Tecnologias Integradas ao Projeto (TIP), investigando os processos de morfogênese na arquitetura que utilizam principalmente os recursos digitais. Para isso, a representação paramétrica é utilizada para a modelagem geométrica a fim de potencializar, no contexto do *form-finding*, a investigação e exploração do processo morfogenético.

Gabriela Celani: Tive o primeiro contato com o projeto paramétrico como aluna de doutorado no MIT, entre 1999 e 2002, inicialmente nas aulas de Gramática da Forma dos professores George Stiny e Terry Knight, e também ao ler alguns livros de meu orientador, o professor William J. Mitchell. Em especial, fui muito influenciada pelos livros *The Art of Computer Graphics Programming*²⁴, de 1987, e *The Logic of Architecture*²⁵, de 1990, que eu viria a traduzir e que foi publicado pela editora da

22 PRATSCHKE, Anja.; DI STASI, Mariah Guimarães. Quão cibernética é a parametrização? *VIRUS*, São Carlos, n. 11, 2015. [online] Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus11/?sec=6&item=1&lang=pt>. Acesso em: 17 de março de 2021.

23 ALVES, Gilfranco; PRATSCHKE, Anja. Processos de criação, emergência e parametrização em Arquitetura. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, São Paulo, v. 12, n. 1, 2012.

24 MITCHELL, William John. *The Art of Computer Graphics Programming: A Structured Introduction for Architects and Designers*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.

25 MITCHELL, William John. *A lógica da arquitetura: projeto, computação e cognição*. Tradução: CELANI, Gabriela. Campinas, SP: UNICAMP, 2008.

Unicamp em 2008.

Atualmente, não apenas utilizo softwares de modelagem geométrica digital de maneira paramétrica, como passei a pensar de maneira paramétrica sempre que elaboro um diagrama de projeto. Na disciplina da Unicamp *CAD no Processo Criativo*, trabalho com esses conceitos desde 2004.

Gonçalo Henriques: O design paramétrico para poder ser útil, precisa ir para além da descrição de expressões paramétricas, como aquelas que são utilizadas para descrever os movimentos dos corpos ou geometrias curvas diferenciais. Quanto a mim, é preciso inserir inteligência no projeto e por isso é necessário, para além do design paramétrico, utilizar a programação. As bases do pensamento computacional começaram a ser definidas há algum tempo atrás pelo William Mitchell²⁶, mas o fundador deste campo pode ser considerado o Christopher Alexander²⁷. No seu livro *Notes on the Synthesis of Form*, Alexander destaca que para usar a programação em arquitetura, precisamos tornar os problemas mais explícitos e entender a aplicação no contexto do *Design Thinking*.

Em um determinado momento, Patrik Schumacher procurou impor o design paramétrico como um estilo, com o manifesto *Parametricismo*. No entanto, o que propôs foi um manifesto incompleto, em que, aos parâmetros, faltam os verbos, ou seja, os algoritmos. Nesse sentido o conceito de design algorítmico do Kostas Terzidis²⁸, é uma proposta mais abrangente do fenômeno, sendo que o design algorítmico e paramétrico, se aproximam de maneira mais abrangente da ideia de aplicar a programação à Arquitetura.

Então, se o design algorítmico e paramétrico quer ser uma espécie de Inteligência artificial, neste momento penso que ainda estamos muito longe dessa inteligência artificial. Ainda utilizamos o design paramétrico de uma maneira pouco coordenada e ainda não desenvolvemos processos que possam extrair das condições iniciais de um problema, a análise, desenvolvimento e proposição de soluções, e que finalmente nos permitam aceder a soluções em massa personalizadas. O *Computational Design Thinking* para ser aplicado a projeto requer conhecimento interno de programação, para além do conhecimento dos problemas de design. Como tal, embora esteja no início, precisa ser desenvolvido por arquitetos. Como diz o Flusser²⁹, só os arquitetos podem abrir essa caixa preta. Oxalá consigam.

Mateus Van Stralen: Meu primeiro contato com desenho paramétrico foi quando era monitor de pós-graduação nas disciplinas de Plástica e Expressão Gráfica e Informática Aplicada à Arquitetura. Atualmente, o principal foco da minha investigação como professor e pesquisador é pensar como a associação de desenho paramétrico e fabricação digital pode ser utilizada como uma estratégia de projeto que permite ao usuário participar do desenho do espaço. A capacidade do design paramétrico de gerar variações e produtos sob medida, associada à capacidade da fabricação digital de tornar essa variedade física sem comprometer a eficiência e economia da produção, aponta para a possibilidade de criação de sistemas arquitetônicos que estimulem um processo de conversação (cibernética) entre arquitetos e usuários que

26. *Ibidem*.

27 ALEXANDER, Christopher. *Notes on Synthesis of Form*. 7. ed. Cambridge: Harvard, University Press, 1973.

28 TERZIDIS, Kostas. *Algorithmic Architecture*. 1. ed. London: Routledge, 2006.

29 FLUSSER, Vilém; CARDOSO, Rafael. *O Mundo Codificado. Por uma filosofia do design e da comunicação*. S. Paulo: Cosac & Naify, 2007.

não se restringe ao processo de projeto. Uma questão importante neste contexto é criar complexidade no uso e não na forma.

Na minha prática no escritório é possível fazer uma diferenciação entre dois momentos distintos no uso do desenho paramétrico. No primeiro, exploramos o desenho paramétrico na geração de texturas e padrões para corte a laser, no desenvolvimento de estruturas generativas e na otimização estrutural. Todos estes processos estavam ligados a uma investigação formal do desenho paramétrico relacionado a sua capacidade de lidar com geometrias ou processos de desenho complexos. No segundo momento, entendemos que o processo de desenho paramétrico poderia ser integrado de forma mais ampla ao processo de análise, problematização e criação do escritório a partir do desenvolvimento de ferramentas paramétricas com finalidades distintas. Por exemplo no estudo de viabilidade, análise de terreno com geração de platôs, corte e aterro, estudo de insolação etc. Nestes casos o desenho paramétrico não é utilizado para se alcançar resultados formais específicos, embora algumas vezes exista alguma reverberação no resultado plástico e visual. Foi interessante pensar que podemos criar nossas próprias ferramentas de projeto a partir do desenho paramétrico.

André Procópio: Sempre gostei de computação e durante os anos que trabalhei em Paris no escritório Ateliers Jean Nouvel tive contato mais direto com projetos e aplicações paramétricas. Uns dos primeiros projetos foi o estudo de otimização no programa Grasshopper para resolver o forro externo do museu Quai Branly em Paris. O forro da área externa do museu apresentava uma alta variedade de chapas triangulares o que gerava um alto custo no projeto devido a grande variação de peças. Foram rodados estudos, no Grasshopper, para minimizar a variação de formas triangulares. No final foi encontrado um ótimo resultado de poucas variações triangulares e preservando a forma desenhada. Foi interessante perceber as diversas aplicações, não apenas como estudos da forma mas também para resolver problemas técnicos.

De volta ao Brasil, iniciamos no escritório alguns estudos e experimentações para entendermos como poderíamos utilizar o desenho paramétrico como ferramenta de projeto e de análises. Cada projeto demanda um tipo de solução diferente, mas a parametrização nos ajuda a otimizar os processos e por vezes criar soluções. Como foi o caso da cobertura do átrio para o Bar Hoegaarden em São Paulo. Foram rodados alguns estudos para entender o melhor posicionamento dos brises horizontais, protegendo de maneira mais efetiva das horas mais quentes do dia. Fizemos também



Figura 2 e 3: Bar Hoegaarden Greenhouse, Metamoorfose Studio. Fonte: Imagem Maira Acayaba. Disponível em: <https://www.metamoorfose.com/portfolio/bar-hoegaarden-sao-paulo/>. Acesso em: 18 mar. 2021.

algumas análises geométricas da cobertura para ajudar a definir esteticamente o desenho. Atualmente as experimentações e investigações digitais fazem parte dos nossos processos e nos ajudam a antecipar informações que colaboram para a elaboração dos projetos.

Revista Pixo: Você poderia nos contar sobre um projeto destaque que usa processos paramétricos?

Anja Pratschke: Meu interesse no processo de projeto traz o método de fazer entrevistas, como vocês estão fazendo, com os arquitetos envolvidos na realização de determinado projeto. Eu visitei em 2009 um museu em Stuttgart, que se chama Mercedes-Benz Museum (Figura 2), do UNStudio, dessa marca de carros de luxo, e o prédio deveria ser representativo para essa marca. É um prédio geometricamente muito interessante que trabalha com geometria analítica, que é a matemática própria do design paramétrico. No livro do Woodbury³⁰ tem um capítulo sobre matemática, um capítulo de 100 páginas (os outros são 40 páginas), onde ele explica que a matemática está por trás do design paramétrico. Você não usa o design paramétrico para fazer arquitetura dos anos 1920, você até pode fazer isso, mas as possibilidades que o design paramétrico disponibiliza, te permite trabalhar com uma matemática, a geometria analítica, que não é uma matemática que os arquitetos modernos aprenderam.

A geometria analítica parece arredondada, orgânica. Por exemplo, o anel de Möbius, muito usado em projetos paramétricos, que é tipo um *oitão* invertido, é feito por retas, o que é bem interessante. Quando você olha esses projetos curvos, por trás desses projetos, os arquitetos usam formas da geometria analítica combinadas. O livro do Woodbury tem várias leituras de projeto, a maioria usa duas ou três formas geométricas e faz variações. É muito interessante, os alunos olham e falam: *nossa é muito simples de fazer isso*. Não é nada misterioso e nada de: *a inspiração caiu em cima de mim*. É um trabalho matemático e rigoroso. O design paramétrico é muito rigoroso e ao mesmo tempo flexível, mas é organizado matematicamente. E a programação da computação também é rigorosa, porque ela trabalha com a ideia de algoritmo, e como vocês devem saber, é como uma receita de bolo. Ela tem que ser rigorosa nos ingredientes, nos passos, no que deve ser feito, em que momento. E ser rigorosa no entendimento do ambiente: *como eu tenho que regular o forno para que esse meu bolo saia como eu estava esperando?* Então, a computação é muito rigorosa nos seus algoritmos e, ao mesmo tempo, você tem essa matemática que vem junto.

O Mercedes-Benz Museum é um exemplo lindo dessa matemática. Ele é na verdade, a combinação de dois anéis de Möbius. Quando você visita o prédio, além de ser muito bem construído com materiais caros, estilo industrial, com elementos pré-fabricados e montados na obra, teve todo um processo de organização da construção. Por isso, a fabricação digital é muito importante. Por exemplo, se você vai fazer as coberturas na janela visual de programação, não tem mais sentido realizar esse desenho à mão. O design paramétrico vai mudar nossa maneira de fazer o projeto. A Mercedes-Benz Museum é um desses exemplos que eu falei: *uau, mudou mesmo*.

Eu tive a sorte de conhecer um dos arquitetos envolvidos no projeto, o Nuno Almeida (UNStudio) que veio ao Brasil, na Universidade de São Paulo. Eu perguntei: *como vocês fizeram esse projeto?* E ele me contou que eles usaram Grasshopper para

³⁰ *Ibidem*.

o projeto inteiro e eu fiquei: *nossa, essa complexidade, como ficam as janelas de programação!?* Se vocês têm um pouco de familiaridade, vocês sabem que a coisa vai ficando enorme nesses programas. Ele me contou também das dificuldades, porque foi um dos primeiros projetos. Ao chegar no canteiro de obras, tinha que ter uma organização com a numeração das peças, cada vidro desse projeto tem uma curvatura diferente. Como são dois anéis de Möbius, é tudo fechado, cada peça tem seu lugar exato em um grande quebra-cabeça. Então ele contou dessa dificuldade de transição da construção antes e depois da parametrização. Esse projeto me marcou muito e até hoje eu mostro, para que o estudante tenha clareza de quando observar um prédio assim, ele entenda que o processo de produção mudou, é diferente e isso é muito importante.



Figura 4: Mercedes-Benz Museum, UNStudio. Fonte: Imagem Brigida Gonzalez. Disponível em: <https://www.unstudio.com/en/page/12482/mercedes-benz-museum>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 5: Generator Project, Cedric Price. Fonte: Disponível em: <https://www.moma.org/collection/works/859>. Acesso em: 18 mar. 2021.

Mateus Van Stralen: Acredito que o projeto *Generator* (Figura 5) do arquiteto britânico Cedric Price pode ser um exemplo provocativo de projeto que usa processos paramétricos. O projeto é entendido como o primeiro a utilizar Inteligência Artificial (IA) na arquitetura e serviu como importante referência para a compreensão do potencial da computação no design. Os elementos-chave do sistema Gerador foram: (1) um kit de peças composto por cubos combináveis, passarelas, telas e calçadões que permitiam diferentes configurações espaciais; (2) um guindaste móvel para

mover as diferentes peças pelo local; (3) um jogo para que os usuários em potencial gerem diferentes arranjos, ou menus, como Price os chamou. Duas pessoas estariam envolvidas na dinâmica espacial: o *Polarizador* e o *Fator*. O primeiro encorajaria as pessoas a usar o Gerador de maneiras novas e o segundo seria responsável pela logística de operação do guindaste móvel; e (4) um sistema de computador que pudesse mapear o estado atual e indicar onde todas as partes estavam, e propor novas configurações à medida que ficava entediado (os sistemas ficariam entediados se as pessoas não mudassem a posição do kit de partes frequentemente). O projeto demonstra como podemos trabalhar em um sistema arquitetônico as relações entre parâmetros estruturais e geométricos de modo a acomodar variações. Este entendimento exige um deslocamento do conceito de parametria não só no processo de projeto, mas também na própria arquitetura. É uma arquitetura onde os parâmetros permanecem dinâmicos no uso.

André Procópio: Gosto do trabalho da Neri Oxman que consegue aproximar em seus projetos, estudos que relacionam o design com a sua materialidade. Usando como exemplo a própria natureza no qual o sistema funciona integralmente (William McDonough, 2002)³¹, o material colabora para a captação ou desenvolvimento do organismo. Chamado por ela de Material Ecology, a adaptação responsiva do material

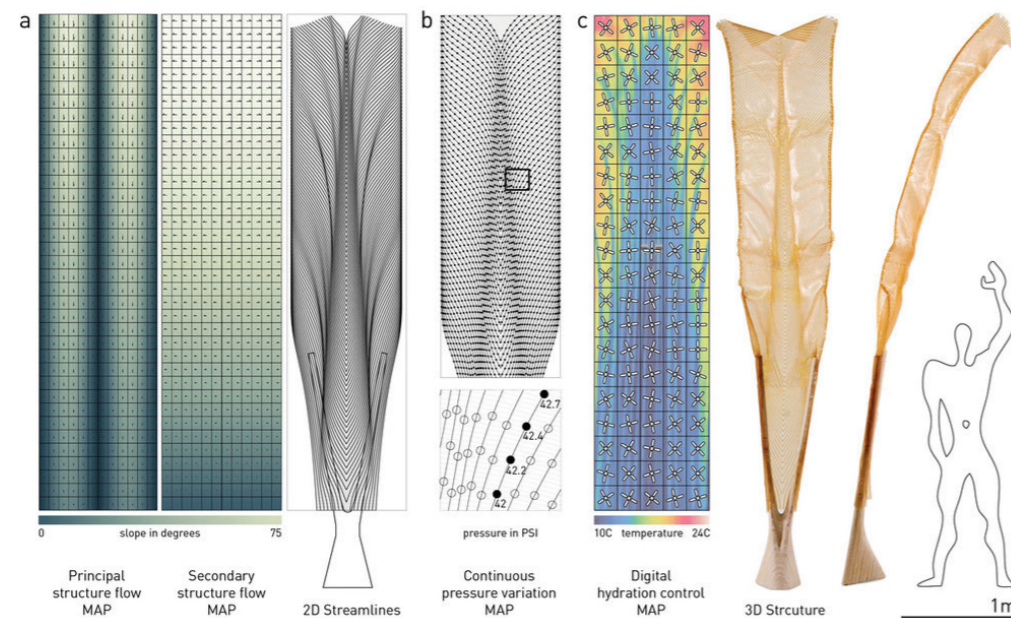
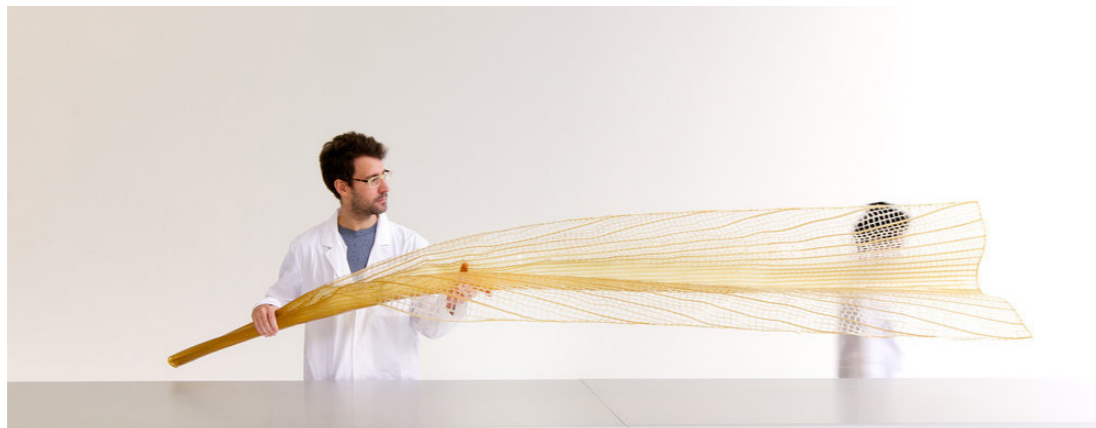


Figura 6 e 7: Goxman, Neri. *Material-based design computation*, Massachusetts Institute of Technology, 2010.

³¹ McDONOUGH, William. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, Douglas & McIntyre Ltd., 2002.

está conectada desde da conceptualização até sua materialização. Um processo integrado de fabricação generativa é, segundo ela, a base para a aproximação dos conceitos da Naturalização na arquitetura e design.

Através da evolução das técnicas de engenharia materiais, como a robótica e fabricações aditivas de biomateriais, estamos vendo uma evolução no processo de fabricação, material-based design computation (Oxman, N. 2010)³². Inspirada pela natureza, Neri Oxman introduz uma nova abordagem do design que visa estabelecer uma relação mais profunda e mais científica entre o objeto de design e o um ambiente. Como por exemplo o projeto Water-Based Digital Fabrication Platform (figura 6) no qual os pesquisadores do MIT Media Lab desenvolveram um novo material e objeto feito de quitina, um dos polímeros mais encontrados na natureza em insetos e crustáceos. O material a base de água é totalmente biodegradável e seu arranjo geométrico foi parametrizado para se adequar às propriedades do material. Na fabricação a forma de adição do material permitiu controlar a deformação da peça.

Gonçalo Henriques: Nesta área, há alguns desenvolvimentos teóricos, mas menos exemplos práticos. Assim partilho o que temos desenvolvido nesse contexto no laboratório que coordeno, o LAMO-Prourb. No laboratório temos procurado associar o design algorítmico e paramétrico com a fabricação digital. De alguma maneira, a fabricação digital pode outorgar, ou validar os desenvolvimentos dos nossos algoritmos na prática de projeto. Temos vários exemplos de aplicação, na escala real, em pavilhões de média dimensão, como a Wiki-House (Figura 8), o Helicoidal Surfaces (Figura 9), ou o Pavilhão Tornado (Figura 10), que destacaria como expressão de um trabalho de grupo do LAMO. No laboratório começamos do zero, ensinando programação visual e fabricação digital aplicadas em projeto. Sobre este processo, recomendo que consultem uma publicação recente, uma monografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, a FAU Publica, que dedica o primeiro número ao tema dos *Workshops*. Os *workshops* tem sido a forma por excelência que temos utilizado para ensinar e testar aplicações do design algorítmico e paramétrico. Nesta publicação escrevi o texto *Projetar é Programar? O novo paradigma de projeto e o (an)alfabetismo digital*³³, que é uma provocação, mas que nos leva ao meu projeto de maior destaque atual: a introdução de uma disciplina de programação em arquitetura, associando linguagem visual e linguagem textual em Python.

Gabriela Celani: De maneira geral, a parametrização tem sido usada com dois objetivos principais: (1) para gerar famílias de projetos com variações em seus parâmetros e (2) para gerar estruturas que possuem variações em seus elementos internos. Um bom exemplo do primeiro caso é a gramática de forma desenvolvida por José Pinto Duarte para descrever e gerar as casas do conjunto da Malagueira (Figura 11), projetadas pelo arquiteto Álvaro Siza. Já o segundo caso pode ser ilustrado com o estádio Aviva (Figura 12), em Dublin, projetado pelo escritório Populous.

Jarryer De Martino: Acho interessante exemplificar os processos paramétricos por meio de projetos que utilizam sistemas generativos evolutivos. Porque neste caso, a parametrização promove a integração e interação entre os diferentes elementos do sistema, contribuindo para a sua auto-organização e retroalimentando o mecanismo

³² Oxman, Neri. *Material-based design computation*, Massachusetts Institute of Technology, 2010

³³ HENRIQUES, Gonçalo. Castro. *Projetar é programar? O novo paradigma de projeto e o (an)alfabetismo digital*. In: ENGEL, P.; POLIZZO, A. P.; CAPILÉ, C. (Eds.). *Revista FAU Publica 1 – Oficinas / Workshops*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020. p. 21–25.

Figura 10: Pavilhão Tornado, LAMO/FAU/UFRJ. Fonte: Imagem Stefan Kasmanhuber. Disponível em: <http://www.lamo.fau.ufrj.br/2017/10/18/pavilhao-tornado/>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 9: The Butterfly Gallery – Helicoidal Surfaces, Coordenação de Maria Angela Dias, Andres Pastor, parceria de fabricação LAMO/FAU/UFRJ. Fonte: Disponível em: <http://www.lamo.fau.ufrj.br/workshops/the-butterfly-gallery/>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 8: Projeto Wiki-House/Casa Revista, Clarice Rohde e LAMO/FAU/UFRJ. Fonte: Disponível em: <http://www.lamo.fau.ufrj.br/projetos/academicos/casa-revista/>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 13: Centro de Convenções Nacional do Qatar, Arata Isozaki. Fonte: Imagem Hisao Suzuki. Disponível em: <https://isozaki.co.jp/archives/projects/qatar/>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 12: Aviva Stadiumm, Populous. Fonte: Imagem: Populous Architects, Scott Tallon Walker Architects, Barrow Coakley Photography. Disponível em: <https://populous.com/project/aviva-stadium>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 11: Quinta da Malagueira, Álvaro Siza. Fonte: Imagem Flickr Ekainj. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/01-49523/classicos-da-arquitetura-quinta-da-malagueira-alvaro-siza>. Acesso em: 18 mar. 2021.



Figura 14: Casa CoBLOgó, SUBdV. Fonte: Imagem Rodrigo Chust. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/874036/coblogo-subdv>. Acesso em 18 mar. 2021.

Figura 15: Shanghai Tower, Gensler. Fonte: Imagem Gensler. Disponível em: <https://www.gensler.com/projects/shanghai-tower>. Acesso em: 18 mar. 2021.



responsável pela evolução. O projeto do arquiteto Arata Isozaki para o Centro de Convenções do Qatar (Figura 13) é um exemplo. Ele utiliza durante o processo de projeto o método BESO (*Bi-directional Evolutionary Structure Optimisation*), método de otimização estrutural topológico, que se baseia na eliminação lenta e sucessiva de elementos ineficientes em uma estrutura, permitindo também a capacidade de adicionar material para reforçar as áreas onde ocorre a maior exigência estrutural. Dessa forma, cria-se um sistema parametrizado capaz de encontrar estruturas com o desempenho máximo, peso mínimo e com a máxima resistência mecânica.

Camila Ghendov: Existem diversos projetos que poderíamos destacar, sejam eles *high-techs* ou *low-techs*. Eu particularmente aprecio quando utilizam-se da computação gráfica, para projetar com materiais comuns e técnicas tradicionais, tem alguns profissionais chamando essa técnica de *High-Low*. A casa Coblogó (Figura 14) do estúdio SUBdV é uma referência interessante, onde utilizaram o design paramétrico com Grasshopper para elaborar uma fachada em blocos de concreto comuns com espaços vazados para ventilação natural. Eles utilizaram corte a *laser* também para fazer as fôrmas e preparar o posicionamento dos blocos.

Marcelo Tramontano: Posso, com grande prazer. Na verdade, trata-se de uma arquitetura que eu dificilmente daria como exemplo, porque é uma torre comercial, um arranha-céu. É a Shanghai Tower (Figura 15), o segundo arranha-céu mais alto do mundo. Eu estive na China, no ano passado, e tive a oportunidade de visitá-lo. Essa torre é linda, e é muito pertinente falar dela aqui, porque foi feita inteiramente em BIM. Foram necessárias muitas equipes trabalhando de maneira simultânea e síncrona para produzir esse edifício. Todos os arquitetos e engenheiros participantes foram unânimes em dizer que sem o BIM, seria impossível construí-lo. A totalidade de sua forma, de cada andar e de muitos dos seus componentes construtivos foi obtida através de modelagem paramétrica. Então, para mim, ela representa, talvez o máximo limiar ao qual a humanidade tenha conseguido chegar até hoje, em termos de uso desses programas. Todas as etapas construtivas foram previamente simuladas no BIM, envolvendo as empresas que posteriormente participariam da construção

real, para eliminar todas as possibilidades de erro. É um trabalho exemplar de muitos pontos de vista, tanto metodológico como formal.

Gilfranco Alves: Desenvolvemos vários projetos com processos paramétricos. Estamos preparando um livro apresentando algumas destas experiências, que deverá ser lançado no segundo semestre de 2021. Um projeto interessante, do ponto de vista conceitual, foi realizado especificamente para o SIGRADI. Em 2016 o comitê científico do congresso convidou 20 escritórios/grupos de pesquisa para reinterpretar os cartazes produzidos em 20 anos do congresso. O processo de projeto passou por várias etapas, tendo como pressuposto inicial a análise do material do evento que nos foi designado, o XI SIGRADI (La Comunicación en la Comunidad Visual / Comunicação na sociedade visual) realizado no México em 2007. Foram identificados elementos ligados à circularidade e à comunicação como eixos estruturantes para a proposta e a partir destes significados, alguns estudos foram elaborados no sentido de representar conexões e redes propondo uma espécie de diagrama tridimensional.

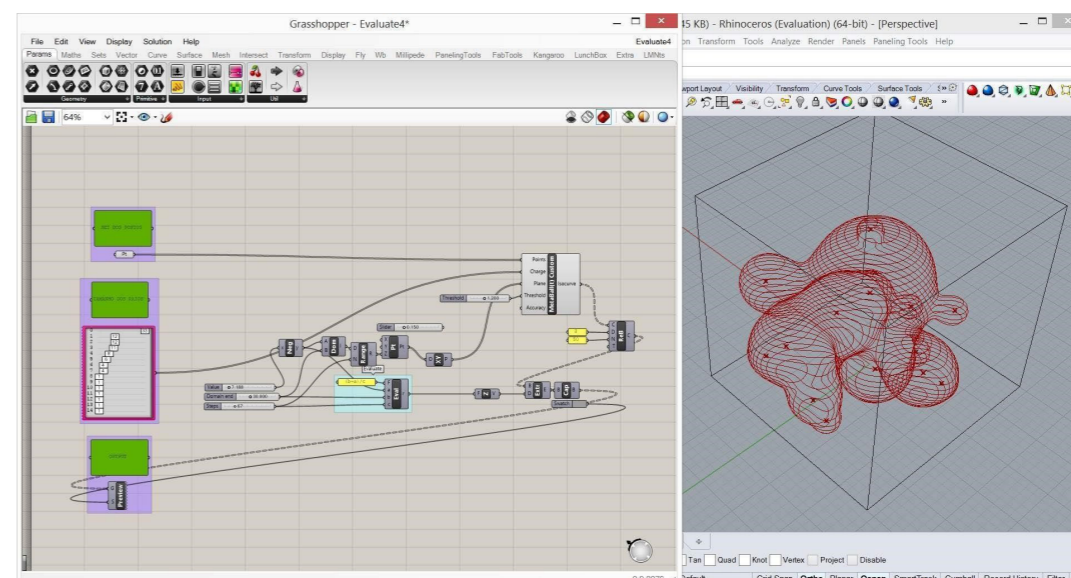


Figura 16: Metaball. Script produzido no Grasshopper/Rhinoceros. Fonte: Acervo Gilfranco Alves/algorithmfms.wixsite.com

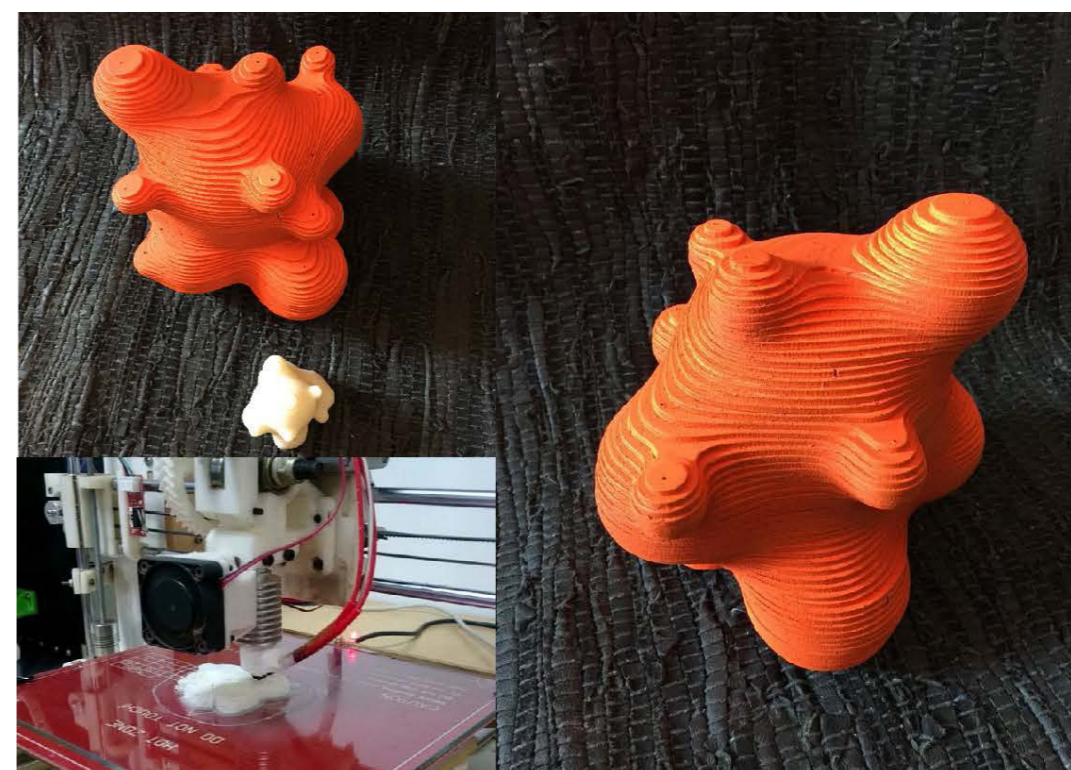


Figura 17: Metaball. Impressão 3D e volumetria final em HDF, cortada em CNC fresadora e pintada de laranja. Fonte: Acervo Gilfranco Alves/algorithmfms.wixsite.com



Um diagrama, para a Semiótica de Charles S. Peirce, é um tipo geral de signo que pode ser analisado como um elemento participativo de um determinado processo de pensamento. Portanto, um diagrama elaborado de modo escultórico, em 3D, permitiria a representação de uma ideia mais holística, onde as informações (inputs) tornaram-se, então, responsáveis pela forma final da espacialidade produzida. Analisando os artigos publicados no congresso de 2007, identificou-se a nacionalidade de cada autor, para que o quantitativo pudesse ser convertido em inputs para a programação. Da esfera, elemento geométrico básico e que remete à noção de comunicação não hierárquica em um sentido global, os estudos evoluíram para o conceito de uma metaball, onde cada esfera representou um país e os raios que geraram as esferas foram alimentados (inputs) pelo número de autores quantificados por nacionalidade. Acredita-se que a fusão proporcionada pelas características de uma metaball também representou a integração entre os países que o SIGRADI proporciona e fomenta em todas as suas edições. Do ponto de vista da produção, inicialmente foi feito o uso da impressora 3D para gerar protótipos volumétricos menores, porém as dificuldades em relação à capacidade de cálculo necessária para o envio dos arquivos para a impressora manifestaram algumas limitações. Assim, foi escolhido o uso da CNC Router, com corte em HDF, que favoreceu uma produção mais adequada às dimensões da obra e à finalidade à qual se destinava – o desafio de ressignificar o cartaz de 2007 a partir da espacialidade a ser produzida e enviada para a exposição em Buenos Aires.

Revista Píxo: É possível parametrizar os desejos?

Gonçalo Henriques: Esta pergunta alude a uma questão filosófica geral sobre

a natureza do conhecimento. Ou seja, sabemos que há questões que não tem resposta, ou as respostas não são cognoscíveis. Curiosamente a computação teve uma grande evolução a partir do momento que Alan Turing definiu quais são os problemas computáveis e os não computáveis, o que está associado com a base teórica do que é a computação. Ou seja, esta pergunta está associada com os limites do conhecimento, pelo que está também associado à questão de até onde pode ir a Inteligência Artificial, e por consequência o próprio conhecimento humano; se podemos considerar a AI como uma prótese humana, ou como algo verdadeiramente novo.

A questão sobre a parametrização dos desejos, está também associada a questões perceptivas humanas, que são difíceis de quantificar. No entanto, estas percepções subjetivas têm vindo a ser abordadas, por exemplo na estética, onde essa procura está associada com a escola da Bauhaus. Ou seja, foram encontradas maneiras de parametrizar alguns aspectos perceptivos e qualitativos da estética. Esta procura de como quantificar, teve desenvolvimentos também com a Teoria Geral dos sistemas e a cibernética.

Na cibernética, ganhou relevo o conceito de homeostase, quer seja em sistemas sintéticos ou vivos. A interação Físico-Digital dos mecanismos de autorregulação, está também associada aos desenvolvimentos da teoria da comunicação, sendo que todas estas áreas estão associadas com uma ideia de uma extensão da interação homem-máquina. Na cibernética o estudo da interação homem e máquina, permitiu abordar as emoções através de interfaces. O design paramétrico tem assim acesso a informação derivada de sensores, que podem captar tanto a visão, o tato, a luz ou som, ampliando de alguma maneira os sentidos na criação, o que estimula a cooperação homem-máquina. De certa maneira esta extensão dos sentidos pode permitir parametrizar os desejos, conceitualmente, de maneira física.

Mas essa pergunta nos leva a outras reflexões sobre as Ciências da Complexidade, como se é possível medir o grau de felicidade ou de outro tipo de condições qualitativas que inicialmente não eram consideradas pela computação, mas que de alguma maneira tem vindo a ser. A grande fronteira entre homem e máquina no sentido clássico tem a ver com esses problemas qualitativos e filosóficos. Como comentário final, eu argumento que sim, que é possível, até um certo limite, parametrizar os desejos. E que o inverso também é verdade, ou seja, que nesse momento há um desejo de parametrizar para expandir os nossos desejos.

Gilfranco Alves: Esta é uma boa pergunta. Tentando analisar de um ponto de vista bastante amplo, esta deverá ser uma das questões centrais nos próximos anos de desenvolvimento dos processos digitais de projeto. Com os avanços da inteligência artificial e do uso cada vez maior de estratégias envolvendo machine learning, a Cibernética de Segunda Ordem, prenunciada no final dos anos 1960 por Heinz von Foerster passa a ocupar uma posição importante no cenário dos conceitos filosóficos e desafios do campo da computação aplicada que se anunciam. Também a ampliação da capacidade da comunicação e da significação merecem ser cada vez mais pesquisada, uma vez que a programação é uma linguagem que, como qualquer outra, permite que as relações e fluxos entre diferentes sistemas se estabeleçam com melhor desempenho possível em busca de um objetivo específico. Deste modo, a Cibersemiótica, que venho pesquisando há algum tempo e que reúne ambos os conceitos (da Cibernética e da Semiótica Peirceana), constitui-se conseqüentemente em um campo do conhecimento que pode fornecer suporte teórico para estas compreensões. Em princípio, a primeira estratégia deveria ser identificar os desejos (ou necessidades, demandas, etc.) pelo maior número possível de players ou agentes

envolvidos nos processos de design, para que possam ser traduzidos em linguagens que, por sua vez, possam ser compreendidos pelos programas e pelas máquinas. Uma vez que estes desejos possam ser ressignificados por números, a partir de códigos, creio que possam perfeitamente ser traduzidos como valores qualitativos e assim processados por um algoritmo ou um conjunto de algoritmos. Acredito, porém, que mesmo com todo este desenvolvimento, por algum tempo ainda teremos a capacidade humana na tomada das decisões como a instância interpretativa predominante nas escolhas dos caminhos e soluções a serem adotados. O Prof. Kas Oosterhuis, criador e líder do Hyperbody, falava muito sobre a capacidade intuitiva dos seres humanos nas decisões e em como o design teria que assumir, muitas vezes, esse caráter emotivo. Penso que do ponto de vista do metadesign (do desenho das ações) o conceito cibernético de controle será sempre muito importante. Mesmo com processos cada vez mais do tipo bottom-up, como o desenho paramétrico pode ser e assim vem demonstrando seu potencial de incorporação de inputs colaborativos, o contraponto entre decisões técnicas e emotivas pode continuar a fornecer um aporte também do tipo top-down, e assim ajudar a regular o processo de projeto na direção do equilíbrio sistêmico. Deste modo, me parece possível também estreitar as relações entre projetistas e usuários, de modo a levar toda a potência do desenho paramétrico para cada vez mais pessoas e estabelecer uma agenda de desenvolvimento colaborativo no qual o desenho paramétrico possa se tornar menos elitizado e fechado em si mesmo.

Mesmo com processos cada vez mais do tipo *bottom-up*, como o desenho paramétrico pode ser e assim vem demonstrando seu potencial de incorporação de *inputs* colaborativos, o contraponto em decisões técnicas e emotivas pode continuar a fornecer um aporte mais do tipo *top-down*, e assim ajudar a regular o processo de projeto na direção do equilíbrio sistêmico. Deste modo, me parece possível também estreitar as relações entre projetistas e usuários, de modo a levar toda a potência do desenho paramétrico para cada vez mais pessoas e estabelecer uma agenda de desenvolvimento colaborativo menos elitizada e fechada em si mesma.

Gabriela Celani: Essa é uma excelente pergunta, e acho que faz muito sentido parametrizar nossos desejos, mas talvez mais ainda algoritmizá-los. Ao estipularmos intervalos de valores possíveis para eles, ou regras do tipo *if-then*, podemos ter maior controle sobre as incertezas e antecipar como iremos lidar com elas. Por exemplo, ao invés de dizer que desejo ter um milhão de amigos, eu poderia dizer que desejo ter entre um e um milhão de amigos, e associar a cada valor o que eu poderia fazer em cada caso. Acredito que naturalmente já parametrizamos e algoritmizamos diversos aspectos de nossa vida, estabelecendo valores de entrada e de saída para cada componente dela e regras internas para lidar com as diferentes situações. A única dificuldade é quantificar numericamente valores subjetivos, como a quantidade de amor ou de felicidade que damos ou recebemos.

Marcelo Tramontano: Nós nos fizemos essa pergunta, com uma certa prioridade, durante algum tempo, porque no Nomads.usp trabalhamos muito com tendências comportamentais e questões culturais. Ficávamos nos perguntando como seria possível inserir essas questões subjetivas nos processos de projeto, uma vez que estes programas lidam com parâmetros, e em processos tradicionais de projeto de arquitetura, estas questões constituem parâmetros de projeto. Teríamos que trabalhar com valores numéricos, porque a base da parametrização é a atribuição de valores a parâmetros associados.

Em 2017, fizemos um *workshop* em Belém, no Pará, com alunos de graduação e

pós-graduação, e resolvemos testar essa possibilidade. Três equipes desenvolveram projetos de trapiches na orla do rio, como plataformas avançadas sobre a água abrigo estações de transporte fluvial. Definimos quatro parâmetros aos quais conseguiríamos atribuir valores numéricos: a velocidade da água do rio, os horários de pôr do sol ao longo do ano (nos solstícios e equinócios) e a presença de dois edifícios históricos muito importantes na área, que são o Convento de Nossa Senhora do Carmo e o Mercado do Porto do Sal. Foi um exercício muito interessante, porque vimos que era possível considerar essas informações, de maneira controlada, na produção da forma. Cada grupo trabalhou com um tipo de *script*, por exemplo, o pessoal que trabalhou com Tessellation, conseguia utilizar atratores, etc. Cada um incorporou esses procedimentos à sua maneira, mas percebemos que era – e continua sendo – extremamente subjetivo. Se seria interessante que ganhasse objetividade? Também não sei, porque, no fim das contas, a arquitetura é sempre bastante subjetiva.

Você tem um conjunto de demandas, que cada arquiteto responderia da sua maneira, com suas referências, com seus modos de fazer e procedimentos. Então, eu entendo que é possível modelar aspectos subjetivos sim, mas que precisamos desenvolver nossa relação com os programas. E isso envolve uma outra discussão que é muito polêmica: sobre o arquiteto poder escrever seus próprios *scripts*, desenvolver códigos para complementar e dialogar com esses programas. Significa criar algoritmos mais específicos para certas demandas, e, ao mesmo tempo, significa a realização de muitos e sucessivos testes, pois é deles que a inovação se alimenta.

Jarryer De Martino: Ao questionar se é possível parametrizar desejos, logo questiono e reflito sobre o significado de desejo. Se este for interpretado como intenção, vontade ou algo que se pretende conquistar ou atingir, acredito que esta prática já se configura como uma atividade constante daqueles que trabalham com a criação e planejamento do que é artificial. Desenvolver um projeto envolve a constante necessidade de tomada de decisões, um processo contínuo de negociações entre diferentes variáveis que precisam ser atendidas de maneira simultânea e satisfatória e, que de certa forma, envolve desejos. Logo, pensar de maneira flexível, permitindo os ajustes entre os diferentes parâmetros de projeto, já faz parte da nossa rotina. No entanto, não nos damos conta da complexidade deste processo, somente quando o traduzimos para um processo sistematizado, implementado computacionalmente por meio de uma representação paramétrica, como no caso de uma programação visual no Grasshopper ou Dynamo. É neste momento que percebemos a quantidade de relações, interações e operações são necessárias para se parametrizar os nossos desejos.

Camila Ghendov: Ótima pergunta! Nós, como seres humanos, temos valores, crenças e princípios. Ou seja, a nossa moral é quem cria as regras, e com isso adaptamos as variáveis para concretizar nossas ambições.

André Procópio: O Homem está por trás das máquinas. Os desejos vêm antes dos processos, antes das pesquisas e dos números. É importante para a humanidade preservarmos nossos desejos e por vezes deixar eles nos guiarem. Sem desejo, o homem não teria ido à lua e não estaria tentando ir à Marte. A técnica deve sempre estar à nossa disposição, com ela podemos ir mais longe.

Mateus Van Stralen: O desejo pode ser visto como algo em trânsito, um fluxo, um

estado intermediário, um processo. Refletir sobre a parametrização dos desejos passa então por pensar um processo dinâmico que resiste à objetificação. É pensar a parametrização em um processo contínuo do projeto ao uso, mantendo as relações entre as variáveis dinâmicas, mutáveis, no próprio espaço arquitetônico. É explicitar o uso e interação como processos de criação possibilitando variações espaciais que resistem a um estado final.

Anja Pratschke: Eu acho essa pergunta um pouco atrasada, desculpa, essas perguntas eram feitas em congressos em 2012. Tem um congresso da computação, em arquitetura se chama SIGraDI, que ocorre na América Latina e depois tem outros congressos irmãos, como Ecaade ou Acadia, mas eu tenho uma opinião sobre isso. Tem um arquiteto e designer, Guto Requena, formado pelo Nomads.usp, que faz esse tipo de investigação em projetos arquitetônicos e objetos de design, ele tem por exemplo uma luminária que se chama *Alma*. Ele vai criando um algoritmo que você alimenta com seus sentimentos, o algoritmo faz um cálculo e vai imprimir em 3D uma luminária única, ou um vaso, até acho que joias ele já fez.

Agora queria ampliar um pouco essa pergunta, porque sempre tem uma pergunta que nenhum entrevistado está gostando. Nós estamos observando essas dúvidas de como inserir na parametrização, valores ou parâmetros que não são visíveis. Eu acho que essa é a pergunta, não é o desejo, é o que é invisível. O que não é normalmente considerado no sistema, que deveria estar procurando se tornar visível para fazer parte das decisões projetuais, porque nós falamos aqui em parametrização, e é um sistema complexo, com várias entradas. E como eu vou alimentar esse sistema, por exemplo, com dados que não são estáveis?

Vamos pensar em uma coisa simples como proteção solar. Quando os arquitetos modernos faziam proteção solar, ela era fixa, certo? Bate o sol deste lado da fachada, então vou colocar uma proteção solar, uns para-brisas ou uns muxarabis que são fixos. Quando você entra nos sites de escritórios, como UNStudio, Zaha Hadid, Rem Koolhaas etc, tem uma área enorme que se chama pesquisa. Nesses escritórios eles pesquisam, por exemplo, possibilidades de variação da inclinação do pára-brisa quando o sol bate em um raio diferente, então o pára-brisa vai se adaptando. Ou, também, em épocas do ano em que o sol é mais alto ou mais baixo. Esses são, vamos dizer, parâmetros não-constantes, que mudam. E como eu vou introduzir isso no projeto? Então eu estou brincando lá com minha programação visual, mas eu estou pensando na construção desse objeto arquitetônico, que não é um objeto fixo, tem uma flexibilidade. Por isso talvez vocês falem desejo, como eu vou expressar desejo, porque o desejo não é uma constante, ele muda, então é uma inconstante. Como se trata uma inconstância?

Tem esses escritórios e existem também pesquisadores que trabalham com isso. Eu vi recentemente um especialista em BIM, Rafael Sacks, que é um professor israelense na Technion, em Haifa, Israel e também em uma universidade nos Estados Unidos. Ele é um dos editores do BIM Handbook e ele veio a São Carlos nos mostrar, por exemplo, como usar a programação visual para integrar individualidades dos futuros moradores para modificar as plantas de projetos de habitação. Ele vai começar a usar a inteligência artificial e a automação.

Temos três coisas muito promissoras no design paramétrico: temos o BIM como plataforma, temos os *plug-ins* de simulação e temos sistemas inteligentes. Aqui eu vou incluir a cibernética, porque esses que eu citei, não são suficientes para garantir a qualidade de um projeto arquitetônico. Eu preciso entender como essas diferentes maneiras de construir a minha proposta proporcionam uma resposta adequada no

local.

Ultimamente, falamos muito de sustentabilidade, ecologia e do termo comunicação ecológica. Então, o que está por trás dessas diferentes vertentes, que os alunos normalmente abraçam entusiasticamente: *ah! Vamos aprender Grasshopper! Vamos mexer com MEP! Vamos fazer colaboração entre diferentes especialistas*, existem muitas coisas para aprender. Mas eu tenho que ter em mente, por que estou fazendo isso? Qual o meu objetivo? Recentemente, vi uma mesa redonda muito interessante, que trouxe a discussão sobre a diferença da cibernética com a inteligência artificial. No lugar da inteligência artificial, poderia colocar design paramétrico também, o importante é que há diferença: a inteligência artificial trabalha com texturas, trabalha com reconhecimento, com aprendizagem da máquina etc. A compreensão da aplicabilidade da Inteligência Artificial é muito redutora, quando se observa a complexidade de um processo de projeto. O design paramétrico se preocupa com o quê? Por exemplo, é o que Woodbury está mostrando no seu livro, mas isso também é muito redutor para tratar aspectos específicos do processo de projeto.

A cibernética entra aqui como organizadora de informação e comunicação, integrando o todo e as partes, através dos diversos submodelos desenvolvidos nos últimos oitenta anos. Ela se preocupa com a ligação entre mente, corpo e ambiente, tendo uma amplitude de atuação muito maior que o design paramétrico, a inteligência artificial ou BIM podem ter. O que estamos aprendendo no uso da Inteligência Artificial ou de design paramétrico, desses aspectos redutores da organização da informação, nada me garante a integração da mente, do corpo e do ambiente. Eu vou explorando partes disso e posso usar um Revit ou um Grasshopper. Mas como eu falei, é um desperdício usar esses programas para fazer cubinhos, e atualmente são feitos muitos projetos de cubinhos. Existem outras possibilidades, mas eu só consigo extrapolar as limitações a que os programas computacionais nos obrigam, se eu tenho um modelo teórico maior por trás, que me motive na alimentação desse sistema que estou propondo.

Por trás desses programas, eu introduzo a cibernética e o pensar sistêmico na Graduação aqui no Instituto. As aulas da disciplina *Meios digitais*, lecionada no primeiro semestre, são organizadas em duas partes. Metade da disciplina é reservada para trazer os princípios teóricos ligados ao processo de projeto computacional: história da mídia, metateorias, leitura de projetos e como são produzidos. É muito importante ter esse tempo na nossa disciplina, porque não é só ir ao laboratório e aprender *software*. É aprender a entender o porquê do uso do computador, dos meios digitais e da cultura digital na produção arquitetônica. Percebo muito nas propostas dos nossos estudantes, que os projetos são bastante incompletos em relação à inserção no ambiente, em relação à consciência da materialidade e dos comportamentos. Justamente, isso que vocês falaram: os desejos estão ausentes, o invisível é ausente.