



## **MUNICÍPIO DE AMARANTE, ESTADO DO PIAUÍ: MAPEAMENTO E ANÁLISE DO USO ATUAL DA TERRA**

MUNICIPALITY OF AMARANTE, STATE OF PIAUÍ: MAPPING AND ANALYSIS OF THE CURRENT LAND USE

**Karoline Veloso Ribeiro**

Universidade Federal do Piauí-Mestranda em Geografia

[karolynnyribeiro\\_18@hotmail.com](mailto:karolynnyribeiro_18@hotmail.com)

**Iracilde Maria de Moura Fé Lima**

Universidade Federal do Piauí-Mestranda Prof. Adjunto

[iracildefelima@ufpi.edu.br](mailto:iracildefelima@ufpi.edu.br)

**Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque**

Universidade Federal do Piauí-Mestranda Prof. Adjunto

[lindemberg@ufpi.edu.br](mailto:lindemberg@ufpi.edu.br)

### **RESUMO**

As diversas formas de uso e ocupação do espaço geográfico têm provocado mudanças substanciais na paisagem, em detrimento ao desenvolvimento econômico. Neste sentido, o propósito desse estudo foi mapear e analisar os tipos de uso da terra existentes no município de Amarante, estado do Piauí. A área em análise está localizada na Microrregião do Médio Parnaíba piauiense, distando aproximadamente 160 km da capital Teresina, compreendendo uma área de 1.155,95 km<sup>2</sup>. A pesquisa foi desenvolvida com base em técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Para elaboração do mapa de uso e cobertura da terra foram utilizadas a imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, do ano de 2015. Após a aquisição da base matricial, as mesmas foram tratadas por meio de processamento digital de imagens, gerando o mapeamento de uso e cobertura da área. Foram mapeadas quatro tipologias em epígrafe, a saber: Área Antrópica Não-Agrícola (230,28 km<sup>2</sup>), Área Antrópica Agrícola (433,07 km<sup>2</sup>), Área de Vegetação Natural (441,86 km<sup>2</sup>) e Corpos D'água (50,73 km<sup>2</sup>). Diante deste mapeamento, constataram-se diferentes tipos de uso da terra, os quais acarretam modificações na paisagem. Desse modo, busca-se com essa pesquisa auxiliar as ações de gestão e planejamento por meio da análise dos tipos de uso da terra.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Espaço Geográfico, Rio Parnaíba.

## ABSTRACT

The different forms of use and occupation of geographical space have caused substantial changes in landscape, to the detriment of economic development. In this sense, the purpose of this study was to map and analyze the types of land use existing in the municipality of Amarante, state of Piauí. The area in analysis is located in the Microregion of Middle Parnaíba Piauiense, distant approximately 160 km from the capital Teresina, comprising an area of 1.155,95 km<sup>2</sup>. The research was developed based on geoprocessing and remote sensing techniques. For the elaboration of land use/cover map was used the satellite Landsat 8, OLI sensor, of the year 2015. After the acquisition of the matrix base, this was treated by digital image processing, generating the mapping of land use/cover of the area. Four types were mapped: Anthropic Non-Agricultural Area (230,28 km<sup>2</sup>); Anthropic Agricultural Area (433,07 km<sup>2</sup>); Natural Vegetation Area (441,86 km<sup>2</sup>) and Waterbodies (50,73 km<sup>2</sup>). In view of this mapping, different types of land use were verified, which lead to changes in the landscape. Thus, we seek with this research support the actions of management and planning through analysis of the types of land use.

**Keywords:** Geoprocessing; Geographic Space; Parnaíba River.

## 1 – Introdução

A análise do uso e cobertura da terra, mediante informações de sensoriamento remoto, constitui uma técnica de grande utilidade ao voltar-se para o planejamento e ocupação do meio físico, pois além de possibilitar uma avaliação e monitoramento das áreas de vegetação natural, fornece produtos capazes de subsidiar a observação, o planejamento e a gestão de áreas para uma melhor utilização racional dos recursos naturais. (RODRÍGUEZ, 2000).

De acordo com Albuquerque e Souza (2016), o processo de ocupação de um território produz alterações na paisagem que precisam ser compreendidas sob a ótica da análise integrada do ambiente. Dessa forma, Souza (2013) corrobora que o estudo da natureza tem a preocupação de desvelar os mecanismos que regem o funcionamento do meio natural e como seus componentes interagem. Assim, a análise integrada da paisagem permite a agregação dos elementos do meio natural e o fator humano, percebendo-se que esta consiste em também verificar como se dá a própria organização espacial do estrato geográfico.

Nesta perspectiva, o uso de técnicas de geoprocessamento, além de auxiliar no processo de planejamento, contribui na extração rápida e eficiente de informações, permitindo apontar as mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural do ambiente e favorecendo a gestão territorial.

Mazzocato (1998) corrobora que o uso integrado de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, através de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), tem levado ao desenvolvimento de trabalhos em que a atividade humana constitui o alvo principal de atenção, tendo em vista que as mudanças se materializam no espaço (NOVO, 2010).

Para Loch e Kirchner (1988) esses produtos além de permitir a identificação de origem e características dos agentes que modificam o espaço, permitem, também, o mapeamento e a verificação da extensão e da intensidade das alterações provocadas pelo homem. Portanto, as geotecnologias tendem a descrever o universo físico/ambiental, justamente com o intuito de oferecer parâmetros científicos para a utilização adequada dos recursos naturais.

Portanto, objetivou-se neste estudo mapear as principais classes de uso da terra no município de Amarante, estado do Piauí, visando o conhecimento pormenorizado dos setores espaciais, na perspectiva de auxiliar na compreensão dos padrões de organização territorial, considerando a unicidade no sistema físico-ambiental.

Vale salientar que o estudo em epígrafe, auxiliado pelas geotecnologias, tende a permitir um melhor conhecimento da área, além de proporcionar a geração de uma base de dados georreferenciada para esta porção territorial. Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho também poderão ser aplicados em outras áreas com características semelhantes a esta pesquisa, com ênfase para o estado do Piauí.

## **2 - Procedimentos metodológicos e operacionais**

Na perspectiva de compreender as classes ou tipologias de usos na área em estudo, numa perspectiva integradora, o presente trabalho está fundamentado em conceitos que norteiam a ciência geográfica pelo viés sistêmico e pautado em autores como Sotchava (1977), Tricart (1977), Mendonça (1989), Christofolletti (1999), Souza (2000), Bertrand (2004), Ross (2006), entre outros, tendo em vista que o conceito de natureza foi abordado na perspectiva de enfatizar o inter-relacionamento existente entre os diferentes elementos que integram o meio físico.

Entre os conceitos de uso da terra apresentados na literatura, é de suma importância que se compreenda e defina os termos uso da terra e cobertura da terra. De acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2013), o uso da terra está associado às atividades conduzidas pelo homem, enquanto o termo cobertura da terra, diz respeito aos elementos da natureza. Embora ambos tenham certa relação, os mesmos costumam ser aplicados alternativamente.

Diante da possibilidade de se obter uma grande quantidade de combinações dos usos individualizados da terra, foi realizada uma análise de arranjos possíveis de uso, no intuito de melhor descrever o mapeamento em escala local. A combinação de usos, como mencionado, foi definida através da interpretação preliminar e, posteriormente, por meio do reconhecimento *in loco* da área.

Para a realização deste trabalho, foram realizadas etapas como: i) levantamento e análise de fontes bibliográficas e geocartográficas; ii) coleta de dados estatísticos e indicadores

socioeconômicos; iii) análise e interpretação de material geocartográfico; e; iv) aferição em campo para o reconhecimento *in loco* da área estudada.

Do ponto de vista operacional, a primeira ação realizada para a construção da base de dados da pesquisa foi à delimitação do município de Amarante (PI), em que foram utilizados arquivos *shapefile* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na estruturação dos planos de informação foram empregados os arquivos do: Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), por meio de imagens multiespectrais do satélite *Landsat 8 – OLI* (16/08/2015) e dados da missão SRTM; Banco de dados da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), com ênfase para os aspectos geológicos e hidrográficos.

O mapeamento da pesquisa foi executado na escala de 1:250.000, a partir de técnicas de geoprocessamento. Quanto aos programas operacionais, optou-se pelo *ArcGis 10.2* (licença registrada na Universidade Federal do Piauí - UFPI) para a edição vetorial e elaboração dos *layouts* dos mapas e o *QGis 2.12.2* (*software* livre), para a etapa de processamento dos dados (vetoriais e matriciais).

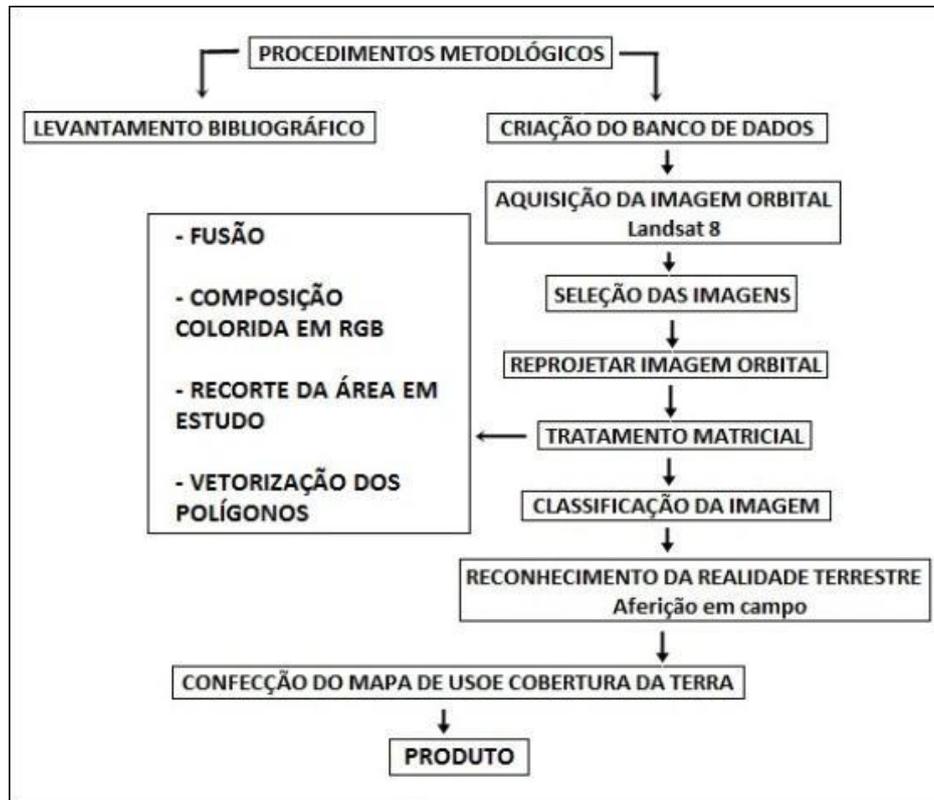
Realizou-se, na sequência, o realce da imagem (*Landsat-8 OLI*) a nível espectral por ampliação histogrâmica de contraste (realce linear das bandas 4, 5 e 6), na composição colorida R:6, G:5, B:4. Gerou-se também o plano de informação hipsométrico (Modelo Digital de Elevação – MDE), finalizando com o recorte e estruturação da base cartográfica matricial, ao nível municipal, através do *software ArcGis 10.2*.

Para a delimitação das classes de uso da terra criou-se um arquivo *shapefile* do tipo polígono, digitalizando-o em tela, com o auxílio da classificação supervisionada (processamento digital da imagem em ambiente SIG), sobrepostas ao conjunto de dados vetoriais e matriciais apresentados acima, e considerando as tipologias derivadas do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (BRASIL, 2013). Por fim, elaborou-se o mapa de uso e cobertura da terra para o município de Amarante, estado do Piauí.

Vale salientar que o sistema de projeção cartográfica utilizado corresponde ao Universal Transversa de Mercator (UTM), tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o Datum oficial adotado no Brasil. Destaca-se que a área em estudo engloba, do ponto de vista da Geodésia, a Zona 23 Sul do sistema de projeção adotado.

Na perspectiva de especificar todas as etapas concernentes a esse estudo, foi estruturado o fluxograma metodológico contendo os procedimentos operacionais da pesquisa, como pode ser visualizado na figura 1.

**Figura 1** - Fluxograma metodológico da pesquisa.



**Fonte:** Elaboração dos autores (2016)

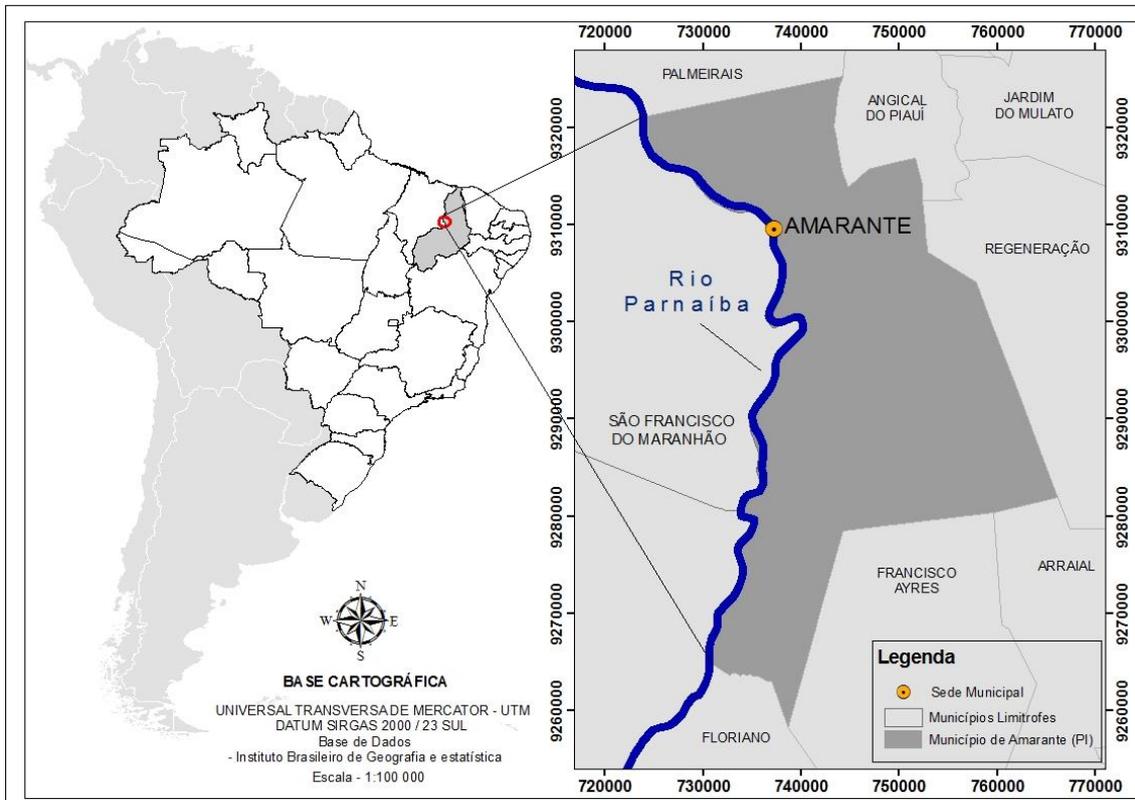
### 3 - Resultados e discussões

#### 3.1 - Localização e características da área em estudo

O município de Amarante, estado do Piauí, está localizado na Microrregião do Médio Parnaíba Piauiense, compreendendo uma área de 1.155,95 km<sup>2</sup>, com altitude no perímetro urbano que chega a 128 metros. A sede municipal tem como ponto central a coordenada geográfica (06°14'27'' de latitude sul e 42°51'18'' de longitude oeste) de Greenwich e dista cerca de 160 km da capital Teresina (Figura 2).

A área correspondente a esta pesquisa tem como limites os municípios de Palmeirais e Angical do Piauí ao norte, ao sul Floriano e Francisco Ayres, a leste Angical, Regeneração e Arraial, e a oeste o estado do Maranhão, tendo o Rio Parnaíba como limite interestadual.

**Figura 2** - Localização da área de estudo.



**Fonte:** IBGE (2010). Organização dos autores (2016)

Em relação ao contexto geológico do município de Amarante (PI), o mesmo se encontra inserido numa área de contato entre dois domínios geológicos distintos, sendo que o primeiro representa às formações geológicas sedimentares de idade Paleozoica e Mesozoica (Formações Corda, Pedra de Fogo, Poti e Piauí), abrangendo cerca de 85% da área total do município, além das estruturas com rochas cristalinas (Formação Sardinha), em aproximadamente 15% da área, correspondendo à intrusão de basalto e diabásio (BRASIL, 2004). Com relação à geomorfologia, a área de estudo apresenta três compartimentos bem definidos, a saber: Superfície elevada do relevo residual; Superfície retrabalhada do relevo residual e; Área de influência direta dos rios Parnaíba, Canindé e Mulato (LIMA, 1987; 2013).

As condições climáticas deste município apresentam temperaturas mínimas de 18°C e máximas de 29°C, com clima tropical quente e úmido, conforme a classificação descrita por Köppen. A precipitação pluviométrica média anual (com registro de 1.280 mm, na sede do município) é definida no regime Equatorial Continental, com isoietas anuais entre 800 a 1.400 mm, tendo de 5 a 6 meses do ano como os mais chuvosos e o período restante

integrando a estação seca. Os meses de janeiro, fevereiro e março correspondem ao trimestre mais úmido (PIAUI, 2010).

Os principais cursos d'água que drenam o município são os rios Parnaíba, Canindé e Mulato. Os solos compreendem os Luvisolos e Argissolos vermelho-amarelo, sendo que os solos mais férteis correspondem aos Chernossolos, resultante da intemperização do basalto e diabásio da Formação Sardinha. Os Neossolos litólicos compreendem os solos aluviais e areias quartzosas, ricos em matéria orgânica ao longo dos canais fluviais. Ocorrem também Latossolos, profundos, bem drenados e de baixa fertilidade natural (PIAUI, 2010).

Em relação aos aspectos da vegetação, o município de Amarante (PI) está inserido em um ecótono, ou seja, uma área de transição que compreende estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos que estão distribuídos em manchas espaciais de espécies representativas das Matas de Cocais, da Caatinga e de Cerrado (BRASIL, 2004).

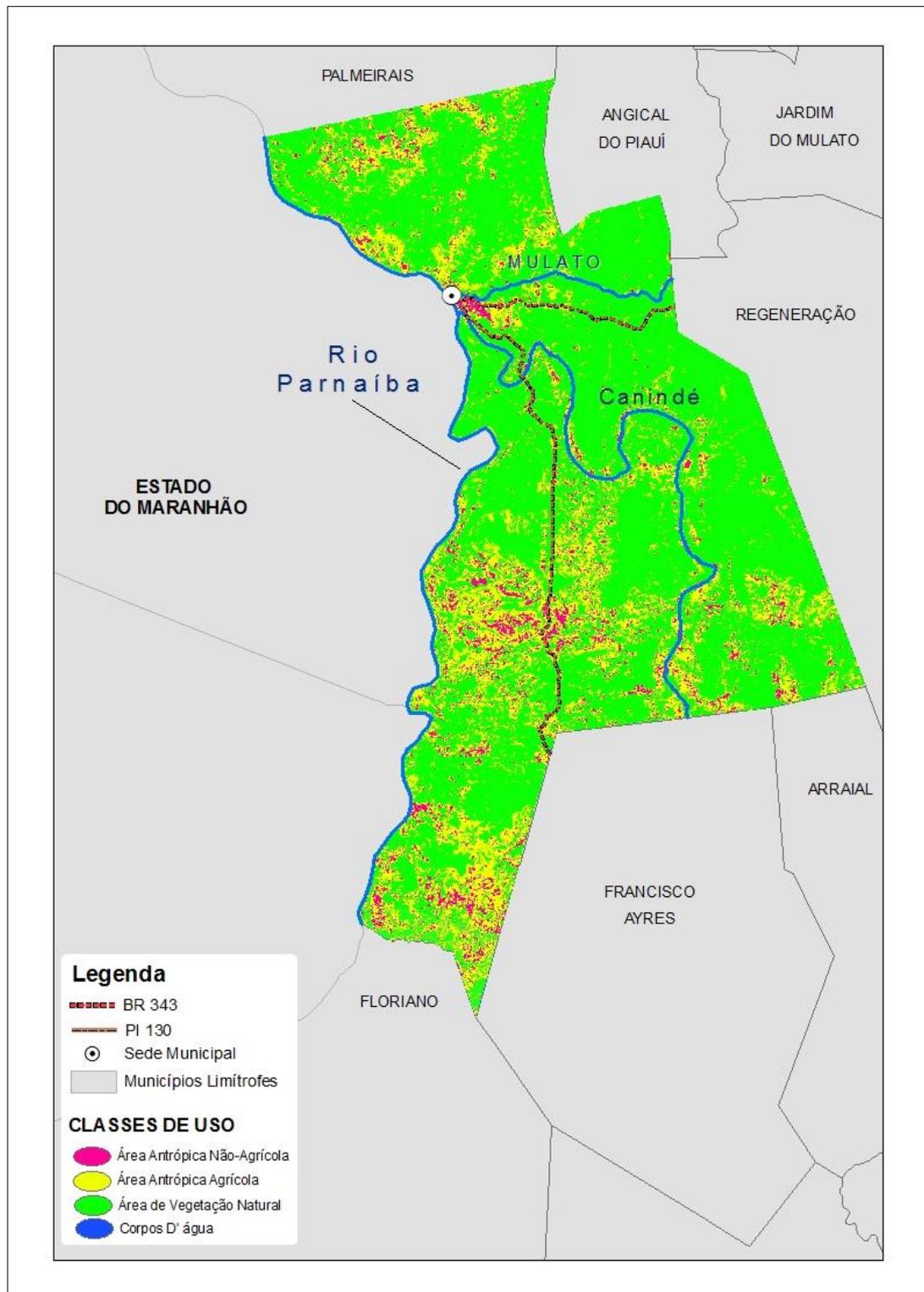
### **3.2 - Mapeamento das formas de uso atual da terra**

Ao considerar que o mapeamento do processo de uso e ocupação da terra é imprescindível para analisar a forma como o espaço geográfico está sendo ocupado, o mesmo pode contribuir para uma melhor gestão territorial com foco no desenvolvimento de um determinado setor espacial (PRUDENTE e ROSA, 2007), tendo em vista que as ações acontecem em lugares específicos e os problemas a serem resolvidos encontram-se num espaço definido, ou seja, presente no tempo e no espaço (MEDEIROS, 2014).

Nessa perspectiva, o mapeamento das formas de uso atual da terra para o município de Amarante, estado do Piauí, tem como referências as tipologias adotadas no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (BRASIL, 2013). Através do sistema de classificação utilizado, identificaram-se diversos tipos de uso que foram agrupados em classes, compreendendo um conjunto de subclasses como unidades de mapeamento distintas.

Desta forma, as definições e nomenclaturas apresentadas no produto derivado do mapeamento (Figura 3), estão associadas às classes de uso da terra, sendo representadas da seguinte forma: (I) Área Antrópica Não-Agrícola (área urbanizada e industrial); (II) Área Antrópica Agrícola (culturas temporárias e permanentes); (III) Área de Vegetação Natural (área florestal e campestre); (IV) Corpos D'água (águas continentais).

**Figura 3** - Mapa de uso e cobertura da terra no município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Elaboração dos autores (2016).

Com base no mapa apresentado, verificou-se uma predominância da classe III - Área de Vegetação Natural (áreas florestais e campestres), representando cerca de 38,6% da área

total do município (ou 441,86 km<sup>2</sup>). Esta classe compreende a cobertura vegetal com espécies arbóreas e arbustivas, seguida da classe II - Área Antrópica Agrícola (culturas temporárias e permanentes) somando 37,4% (433,07 km<sup>2</sup>) e pela classe I - Área Antrópica Não-Agrícola (área urbanizada e industrial) com 20%, ou 230,28 km<sup>2</sup>. A classe IV - Corpos D'água, com 50,73 km<sup>2</sup>, embora represente a menor área mapeada (4%), foi possível constatar diversos impactos ambientais negativos resultantes do contexto histórico no qual está inserido o recorte espacial em análise, sobretudo pelo lançamento indiscriminado de efluentes domésticos nos canais fluviais dos rios Parnaíba, Mulato e Canindé.

Portanto, ao analisar de forma pormenorizada as classes de mapeamento das formas de uso da terra para o município de Amarante, estado do Piauí, tem-se os seguintes cenários, a saber:

D) Área Antrópica Não-Agrícola (área urbanizada e industrial): foram considerados os setores que correspondem à sede municipal (perímetro urbano), com centro populacional permanente e com funções urbanas e políticas próprias, como pode ser observado na figura 4 (BRASIL, 2013).

**Figura 4** - Área urbana do município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

Em síntese, esta tipologia compreende áreas de uso intenso, estruturadas por arruamentos, onde o acesso é feito através das rodovias BR-316, BR-343, e também pela PI-130;

hidrovias interligando os estados do Piauí e Maranhão, tendo em vista que Amarante fica conjugada com o município de São Francisco do Maranhão, estado do Maranhão, sendo que o acesso entre as duas cidades é feita por pequenas embarcações. Edificações na área urbana marca a herança histórica dos primeiros colonizadores que vieram de Portugal, além da significativa presença do setor de comércio e serviços.

Outro ponto importante a ser considerado diz respeito à área industrial. Embora o município de Amarante (PI) não apresente um complexo industrial propriamente dito, leva-se em conta nesta categoria os processos industriais realizados na Fábrica da Cachaça Lira, que se localiza no limite urbano/rural do município, mantendo relação com o setor agrícola e industrial. A referida fábrica (Figura 5) apresenta grande importância para a economia municipal, estando sua produção voltada não apenas para o comércio local, mas também direcionada ao mercado internacional.

**Figura 5** - Fábrica da Cachaça Lira no município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

II) Área Antrópica Agrícola (culturas temporárias e permanentes): inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo se constituir em zonas agrícolas heterogêneas ou representar extensas áreas plantadas (BRASIL, 2013). Nesta categoria encontram-se as lavouras temporárias,

lavouras permanentes, pastagens plantadas e área comprovadamente agrícola, como pode ser analisado nas figuras 6, 7 e 8 e 9.

**Figura 6** - Lavoura de arroz no município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

**Figura 7** - Cultivo de cana-de-açúcar no município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

**Figura 8** - Plantação de eucalipto no município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

**Figura 9** - Cultivo de plantas frutíferas - Banana.

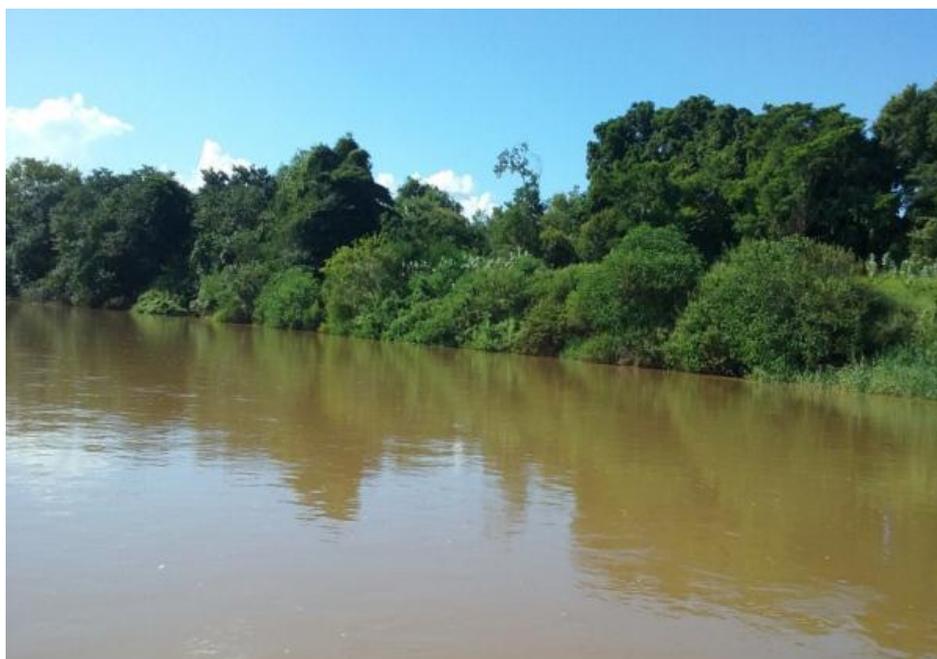


**Fonte:** Pesquisa direta.

III) Área de Vegetação Natural (área florestal e campestre): correspondem às áreas que ainda se encontram com vegetação natural ou em transformação, podendo ser

representadas por unidades de extrativismo animal e vegetal (figuras 10 e 11) (BRASIL, 2013).

**Figura 10** - Floresta aluvial nas margens do Rio Parnaíba, no limite municipal de Amarante, estado do Piauí (margem direita) e município de São Francisco do Maranhão, estado do Maranhão (margem esquerda).



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

**Figura 11** - Babaçuais no município de Amarante, estado do Piauí.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

IV) Corpos D'água (águas continentais): incluem todas as classes de águas (figuras 12 e 13), como cursos de água e canais de rios, riachos e outros corpos d'água, corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água), além das lagoas marginais (BRASIL, 2013).

**Figura 12** - Corpos d'água no município de Amarante, estado do Piauí (Encontro dos rios Canindé, à esquerda e Parnaíba, à direita).



**Fonte:** Adaptado de Marchão (2014).

**Figura 13** - Foz do Riacho Mulato no Rio Parnaíba.



**Fonte:** Pesquisa direta (2016).

Diante do mapeamento realizado em laboratório e constatado *in loco*, percebe-se que o processo de uso e ocupação da terra pressupõe o entendimento do complexo jogo de relações existentes entre os sistemas ambientais e socioeconômicos, tendo em vista que a relação sociedade e natureza encontram-se imbricadas no espaço e no tempo.

Dessa forma, o levantamento do uso e cobertura da terra pode auxiliar na identificação e monitoramento das atividades desenvolvidas pelo homem, no intuito de contribuir com o planejamento territorial, bem como na elaboração de projetos que visem à utilização adequada dos recursos naturais.

#### **4 - Conclusões**

A utilização de novas técnicas de mapeamento, a exemplo das ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, agregadas aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), mostrou o quanto as geotecnologias têm contribuído para ampliar a compreensão, o conhecimento e o monitoramento do espaço geográfico, com ênfase, no presente estudo, ao mapeamento das formas de uso atual da terra no município de Amarante, estado do Piauí.

Nessa perspectiva, o mapeamento realizado constitui uma importante ferramenta que possibilita compreender e avaliar o espaço geográfico de maneira integrada, tendo em vista a eficiência dos SIGs na geração e manipulação de bases de dados, além de fornecer subsídios importantes para diagnosticar as características ambientais, bem como fornecer informações de grande relevância para a gestão territorial.

Diante do trabalho realizado, o estudo revelou como se encontra o atual estado de uso da terra no recorte espacial pesquisado, constatando-se que há uma predominância da Área de Vegetação Natural, representando cerca de 441,86 km<sup>2</sup> (38,6%) e composta por espécies arbóreas e arbustivas. Na sequência, têm-se as Áreas Antrópicas Agrícolas, concebendo 433,07 km<sup>2</sup> ou 37% do recorte espacial. Vale ressaltar que a prática agrícola realizada no município, em sua maioria, é de subsistência. As Áreas Antrópicas Não-Agrícolas (230,28km<sup>2</sup> ou 20%) compõem a área urbanizada e industrial do município de Amarante, e com menor representatividade, mas não menos importante, encontra-se a tipologia Corpos D'água (4%), com destaque para os rios Parnaíba, Mulato e Canindé.

Nesta, foi possível constatar diversos impactos ambientais negativos resultantes do contexto histórico de ocupação territorial.

Ao considerar o conhecimento acerca do uso atual da terra e o seu monitoramento, torna-se necessário e confere ao presente estudo certo grau de importância. Isto porque, o trabalho realizado, por meio da aplicação das geotecnologias, demonstrou ser um instrumental eficaz como suporte para subsidiar as tomadas de decisões no âmbito municipal.

Destaca-se que os elementos da natureza, embora apresentem dinâmicas próprias, estão conectados e funcionam dentro de um sistema de relações, em que as tipologias mapeadas são resultantes de um jogo de relações derivado dos sistemas naturais e socioeconômicos.

Portanto, é fundamental a incorporação dos princípios preservacionistas e conservacionistas dos recursos naturais ao âmbito municipal. Com isso, almeja-se trabalhar e compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do ambiente, considerando a inter-relação entre a sociedade e a natureza.

Dessa maneira, esse trabalho pôde contribuir para a compreensão do processo de produção do espaço geográfico, especialmente no que diz respeito às formas de uso e ocupação da terra, como também, analisar as causas e refletir sobre o processo de transformação do ambiente natural.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. L. S.; SOUZA M. J. N. Condições ambientais e socioeconômicas nas bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano de Fortaleza, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 01, p. 110-124, 2016.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. **R. RA´E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BRASIL. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Amarante. Organização do texto por Robério Bôto de Aguiar e José Roberto de Carvalho Gomes. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Fortaleza, 2004.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da Terra**. Coordenação dos Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3º Ed, Rio de Janeiro, 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

LIMA, I. M. M. F.. Relevo do Piauí: uma proposta de classificação. **Carta CEPRO**. Teresina.v.12 n.2 p. 55-84 Ago/Dez 1987.

\_\_\_\_\_. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil**. 309 f., 2013. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, MG, 2013.

LOCH, C.; KIRCHNER, F. F. Imagem de satélite na atualização cadastral. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5, Natal/RN, 11-15 de Outubro. **Anais...** São José dos Campos, INPE, p. 3-6, 1988.

MARCHÃO, E. **Fotografia color digital**. Amarante, 2014.

MAZZOCATO, M. E. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento urbano da bacia do rio Una: Município de São Sebastião, SP**. 197f. Dissertação (Mestrado), Instituto de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos, 1998.

MEDEIROS, C. N. **Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia (CE): Subsídios ao ordenamento territorial**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UECE. Fortaleza - CE. 267 f. 2014.

MENDONÇA, F. **Geografia física: ciência humana?**. São Paulo: Contexto, 1989.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

PIAUI. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – Relatório Síntese**. Teresina/PI: SEMAR, 2010.

PRUDENTE, T. D.; ROSA, R. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal do município de Tupaciguara-MG. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal. **Anais...** Natal: SBGFA, 2007.

RODRÍGUEZ, A. C. M. **Mapeamento multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT**. São José dos Campos: INPE, 2000.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2006

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N.; MORAIS, J. O. (Orgs.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Editora FUNECE, Fortaleza, p. 13-98, 2000.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**, IG/USP, n.16, p. 2-52. São Paulo, 1977.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREM, 1977.