

### ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA E DOS SISTEMAS ANTRÓPICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA – SÃO LUÍS/MA

*Analysis of land use and coverage and of the anthropic systems of the Bacanga watershed - São Luís / MA*

*Análisis de uso y cobertura del suelo y sistemas antrópicos de la cuenca hidrográfica del río Bancanga - São Luís/MA*

Marly Silva de Morais<sup>1</sup>  
Regina Célia de Oliveira<sup>2</sup>  
José Fernando Rodrigues Bezerra<sup>3</sup>  
Samuel de Amaral Macedo<sup>4</sup>

#### RESUMO

A bacia hidrográfica é uma unidade natural de planejamento dos recursos naturais e agente de integração no manejo baseado na sua vital e estreita relação com outros recursos naturais. As interferências antrópicas culminaram numa série de problemas ambientais, como alterações na vegetação nativa e processos erosivos em larga escala. Diante deste panorama, este trabalho tem como objetivo analisar o uso e cobertura da terra e os sistemas antrópicos no intuito de promover melhor ordenamento territorial a partir da abordagem geossistêmica da metodologia proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017). Os resultados demonstram uma grande relação entre o uso e cobertura da terra com os sistemas antrópicos entre os anos de 2011 a 2020.

**Palavras-chave:** Uso e cobertura da terra. Sistemas Antrópicos. Dinâmica espacial.

#### ABSTRACT

The watershed is a natural unit for planning natural resources and an integrating agent of management based on its vital and close relationship with other natural resources. Anthropogenic interference has culminated in a series of environmental problems, such as changes in native vegetation and large-scale erosion processes. Given this panorama, the present study aims to analyze the land use and coverage and of anthropic systems in order to promote a better territorial ordering based on the geosystemic approach of the methodology proposed by Rodriguez, Silva and Cavalcanti (2017). The results demonstrate a great relationship between land use and coverage with anthropic systems between the years 2011 to 2020.

**Keywords:** Land use and coverage. Anthropic Systems. Spatial dynamics.

#### RESUMEN

La cuenca es una unidad natural de planificación de los recursos naturales y un agente de integración en la gestión a partir de su relación vital y estrecha con los demás recursos naturales. La interferencia humana culminó en una serie de problemas ambientales, como cambios en la vegetación nativa y procesos de erosión a gran escala. Ante este escenario, este trabajo tiene como objetivo analizar los usos y coberturas del suelo y los sistemas antrópicos con el fin de promover una mejor planificación territorial desde el enfoque geosistémico de la metodología propuesta por Rodríguez, Silva y Cavalcanti (2017). Los resultados demuestran una fuerte relación entre el uso del suelo y la cobertura del suelo con sistemas antrópicos entre los años 2011 a 2020.

**Palabras clave:** Uso y cobertura del suelo. Sistemas antrópicos. Dinámica espacial.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); E-mail: [marlymorais22@hotmail.com](mailto:marlymorais22@hotmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-1008-2532>.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); E-mail: [regina5@unicamp.br](mailto:regina5@unicamp.br); <https://orcid.org/0000-0002-3506-5723>.

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA); E-mail: [jfernangeo@gmail.com](mailto:jfernangeo@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-6333-8768>.

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); E-mail: [macedo.samuel@yahoo.com](mailto:macedo.samuel@yahoo.com).

## 1. INTRODUÇÃO

A problemática ambiental na atualidade tem sido umas das principais preocupações da sociedade, principalmente relacionada à depredação dos recursos hídricos. Tais problemas são discutidos por Guerra e Cunha (2014, p. 360) que consideram “[...] a utilização desordenada dos recursos hídricos que tem alterado, de modo irreversível, o cenário da Terra”, como as alterações na paisagem. As bacias hidrográficas, são ecossistemas apropriados para avaliação dos impactos causados pela ação antrópica, pois seu uso inadequado acarreta riscos a estabilidade quantitativa e qualitativa.

Neste âmbito, têm-se o município de São Luís -MA, que nas três últimas décadas, devido ao rápido e desordenado processo de ocupação espacial, teve a estrutura dos corpos hídricos comprometida, como as bacias do Bacanga, rio Anil e Paciência, culminando numa série de problemas ambientais, como processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) que consequentemente provocam a diminuição da disponibilidade hídrica e perda da fertilidade dos solos, além de enchentes e inundações relacionadas à ocupação inadequada da planície de inundação.

Ao longo da área de estudo foram identificados 18 processos erosivos em alto estágio de evolução, localizadas nos bairros da Vila Industrial, Parque Estadual do Bacanga, Área de Proteção Ambiental do Maracanã, Parque Amazonas (Sítio Piranhenga) e São Benedito, o que vem a ser um agravante, devido ao elevado índice de urbanização da bacia, tendo também características físicas e socioambientais propícias à ocorrência desses processos (MENDONÇA et al., 2001; SATHLER et al., 2005; FURTADO et al., 2006; BEZERRA e GUERRA, 2007; BEZERRA, 2011, GUERRA e MARÇAL, 2014; MORAIS, 2018).

Dessa forma, justifica-se a importância deste estudo tendo em vista a aplicação da metodologia de Rodrigues, Silva e Cavalcanti (2017) através da análise do uso e cobertura da terra e dos sistemas antrópicos na escala de 1:50.000, no intuito de apontar perspectivas mais coerentes e duradouras para proteção, preservação e conservação das diversas paisagens da bacia.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

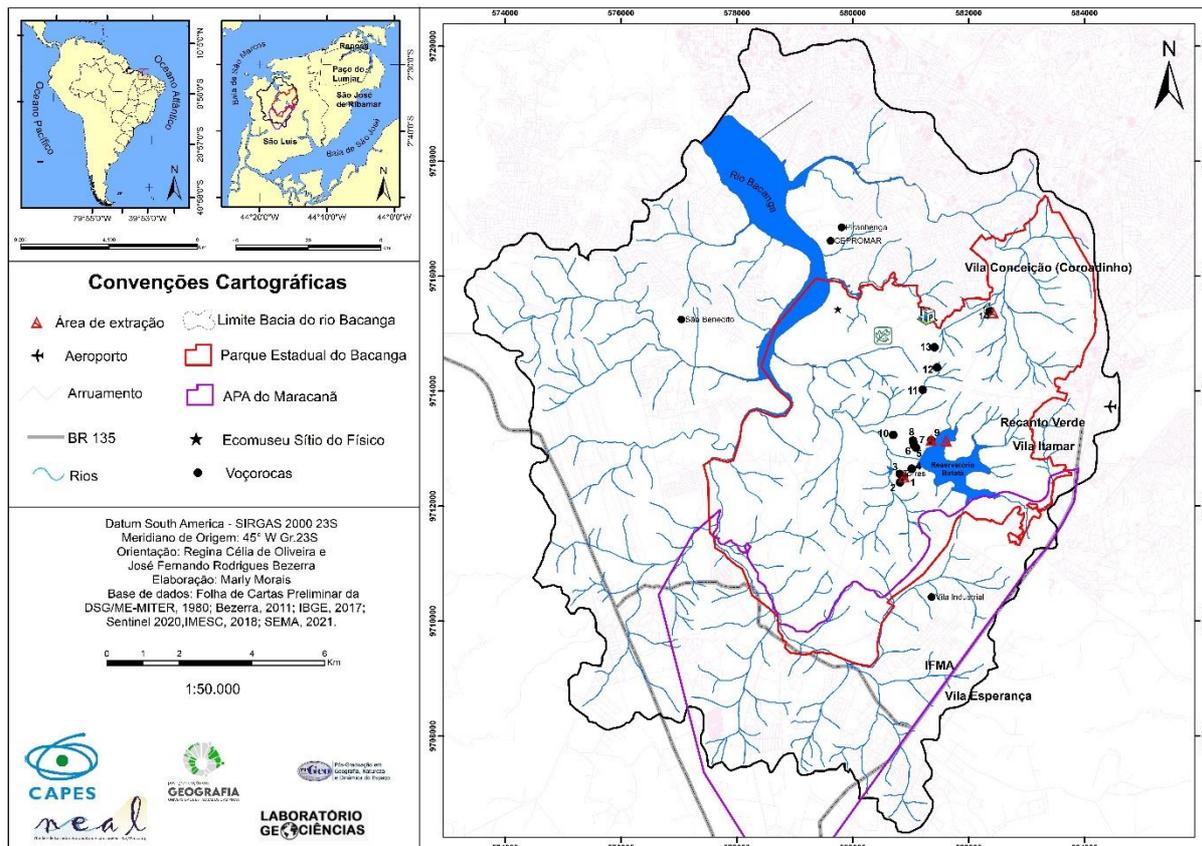
### 2.1 Área de estudo

O município de São Luís, onde está inserida a bacia do rio Bacanga, possui uma área de 834,785 Km<sup>2</sup>, localizando-se na parte centro-oeste da Ilha do Maranhão, entre as coordenadas 2° 31' 47" de latitude e 44° 18' 10" de longitude, tendo como limites: a leste, São

José de Ribamar; a oeste, a Baía de São Marcos e o Paço do Lumiar; ao norte, o Oceano Atlântico; e ao sul, o Estreito dos Mosquitos; com uma população em torno de 1.014.837 habitantes segundo dados do IBGE (2010).

A bacia hidrográfica do rio Bacanga possui uma área de 95,24 Km<sup>2</sup> e está localizada na porção Centro Noroeste da ilha do Maranhão e do município de São Luís com sua nascente inserida no tabuleiro do Tirirical (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



Fonte: Os autores, 2021.

## 2.2 Metodologia

Este trabalho tem como base metodológica a proposta de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) que tem sua origem na abordagem geossistêmica e adota as seguintes etapas: organização, inventário, análise, diagnóstico e prognóstico. Partindo-se destas etapas os procedimentos foram sistematizados nas seguintes fases: a primeira e a última referem-se à abordagem indireta (Atividade de gabinete I e II), a terceira refere-se à abordagem direta através dos trabalhos de campo.

Inicialmente, organizou-se o projeto através de levantamento bibliográfico e cartográfico, com o propósito de subsidiar as informações dos sistemas antrópicos. Após a

organização do inventário, foi realizada a delimitação da área de estudo e posteriormente a observação *in loco* através dos trabalhos.

Os trabalhos de campo ocorreram em quatro etapas. A primeira se deu em outubro de 2013, no qual percorreu-se toda margem direita da bacia. A segunda em maio de 2014 na margem esquerda, a terceira na porção sul nos meses de janeiro a junho de 2015 e a quarta durante o período que compreende os anos de 2018 a 2019, no qual foi reavaliada toda a área da bacia, concentrando-se os trabalhos na porção central onde encontra-se a maior quantidade de processos erosivos. As quatro etapas tiveram como objetivo a observação *in loco* da influência da ação antrópica sobre as unidades da paisagem, além de identificar conflitos ambientais (mineração irregular, desmatamento e ocupações irregulares). Todas as informações foram registradas por levantamento fotográfico e marcados com ponto de GPS (*global positioning system*).

Ao término dos trabalhos de campo, iniciou-se a fase de produção do inventário cartográfico, objetivando à construção minuciosa das características antrópicas da bacia do rio Bacanga. O primeiro documento cartográfico, o mapa de localização, foi elaborado a partir das cartas da DSG - ME (Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército) nº 13, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 38 e 39, que cobrem a bacia em estudo na escala de 1:10.000, que foram georreferenciadas e vetorizadas por BEZERRA (2011) e atualizadas com o auxílio das ferramentas do *software Arcgis 9.3*.

O segundo documento elaborado, o mapa de uso e cobertura do solo, foi baseado nas imagens de satélite *RapidEye*, do ano de 2011 na escala de 1:50.000, que recobre toda a área de estudo. Posteriormente, realizou-se a identificação dos grupos de *pixels* que representam a cobertura arbórea (Mata Ciliar e Vegetação Secundária Mista), área de manguezal, área de vegetação herbácea (gramíneas), solo exposto, área urbana e corpos d'água. O penúltimo documento, o mapa de uso e cobertura do ano de 2020, foi baseado na imagem do satélite Sentinel 2B, órbita/ponto 220-62, de 23/06/2020, bandas 2, 3, 4 e 8 referentes às bandas espectrais do azul, vermelho, verde e infravermelho próximo, com 10 metros de resolução espacial, além de fotografias aéreas, que possibilitou maior detalhamento, seguindo a mesma classificação do primeiro mapa de uso e cobertura do solo.

O último documento elaborado é resultado da interpretação mais apurada e detalhada, o mapa dos Sistemas Antrópicos, produzido a partir do uso e da funcionalidade de cada uma das classes encontradas, permitindo que fosse realizada a subdivisão que consta no Quadro 1.

Quadro 1 – Sistemas antrópicos

SISTEMAS ANTRÓPICOS	SUB-SISTEMAS
Antrópicos de uso protegido ou em conservação	Vegetação arbórea
	Várzea /Área úmida
	Manguezal
Antrópicos de áreas degradadas	Solo exposto
	Gramíneas
Urbano	Antrópico

Fonte: Os autores, 2021.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao processo de ocupação da Ilha do Maranhão, ao longo do tempo, esta passou por inúmeras fases. Desde 1615, época da revolução de Guaxenduba, período em que se verifica as primeiras malhas urbanas no município de São Luís, até a instalação dos dois grandes projetos industriais, a ALUMAR e a VALE, onde verifica-se um aumento considerável da população.

Vale ressaltar que nas décadas de 50 e 60 do século XX, houve à migração de famílias vindas do sertão nordestino, expulsas da grande seca. Em dez anos (1991 a 2010) verifica-se o aumento da construção de conjuntos habitacionais, *shopping centers*, malhas hidroviárias, entre outros, acarretando a devastação da cobertura vegetal. Pode-se observar esse aumento na (Tabela 1), na qual, segundo os dados do IBGE, a população Ludovicense aumentou principalmente entre os anos de 2000 a 2010.

Tabela 1 – Evolução populacional dos habitantes do município de São Luís

ANO	HABITANTES
1991	696.371
1996	776.447
2000	870.028
2007	957.515
2010	1.014.837

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010. Adaptação: Os autores, 2021.

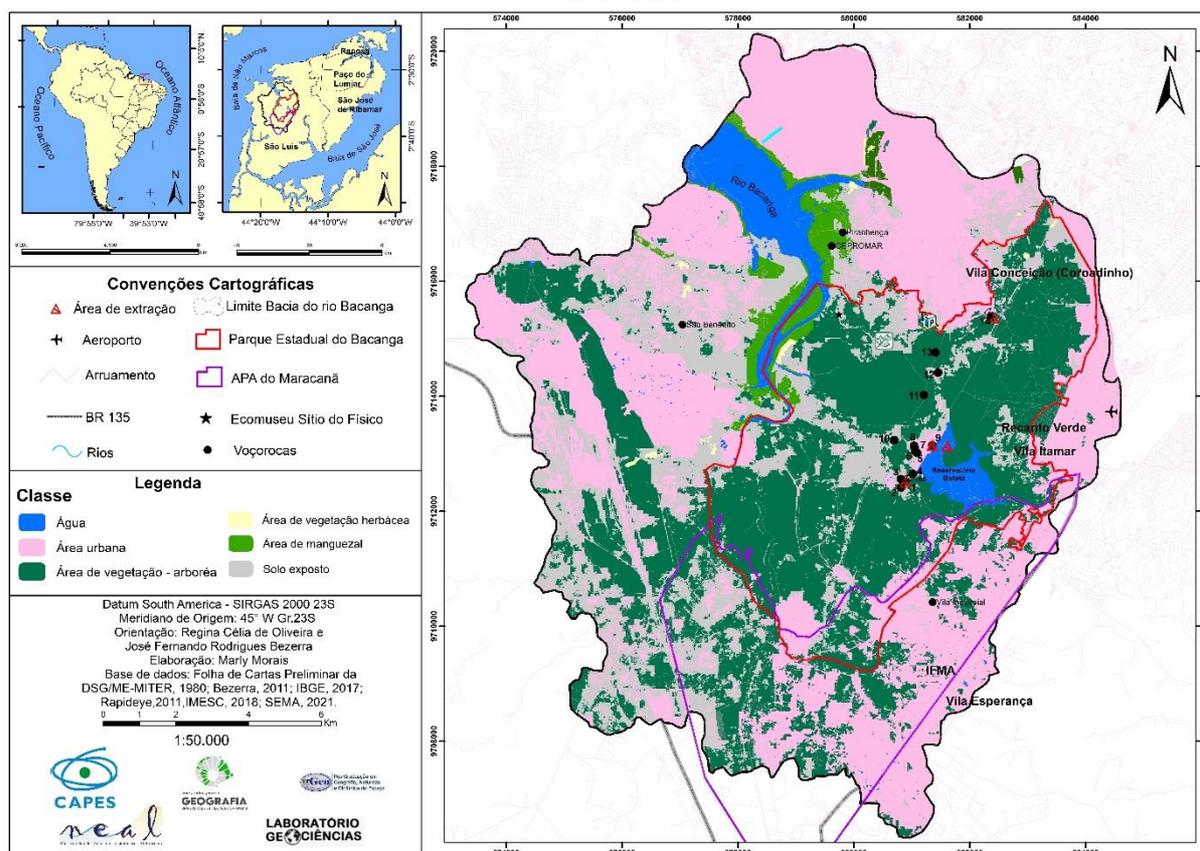
Depois desse longo processo de urbanização, foi que os biomas localizados na área de estudo sofreram alteração. Segundo Fonseca (2001) apud Bezerra (2011), as formações vegetais primitivas da Ilha do Maranhão foram quase totalmente substituídas, restando tipos de vegetação secundária mista, caracterizadas pela ocorrência de plantas arbóreas, herbáceas de várzea e palmáceas, nas zonas emersas, e manguezais na faixa litorânea.

Na bacia, ocorre um acelerado processo de ocupação por sítios urbanos e industriais, comprometendo, de forma significativa, as condições sanitárias, áreas de recargas de aquíferos

e paisagísticas do meio físico com reflexos sobre a qualidade de vida da população ludovicense (PEREIRA, 2006). Onde tem-se a distribuição da população próxima à barragem construída na bacia de forma desequilibrada, em altas densidades na margem direita do rio Bacanga, patamares médios no rio das Bicas, até se tornar rarefeita em alguns segmentos da margem esquerda.

A densidade populacional da bacia, segundo dados do IBGE (2010), é de 264.121 hab/km<sup>2</sup>, esse valor equivale a um total de quase 27% da população total do município de São Luís, sendo 238.510 habitantes na zona urbana e 25.611 habitantes na zona rural. Nota-se que a população na área de estudo concentra-se principalmente na região norte. Diante do exposto, tem-se a representação da evolução das classes de uso e cobertura da terra em seus respectivos anos (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Mapa de uso e cobertura da terra de 2011 da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



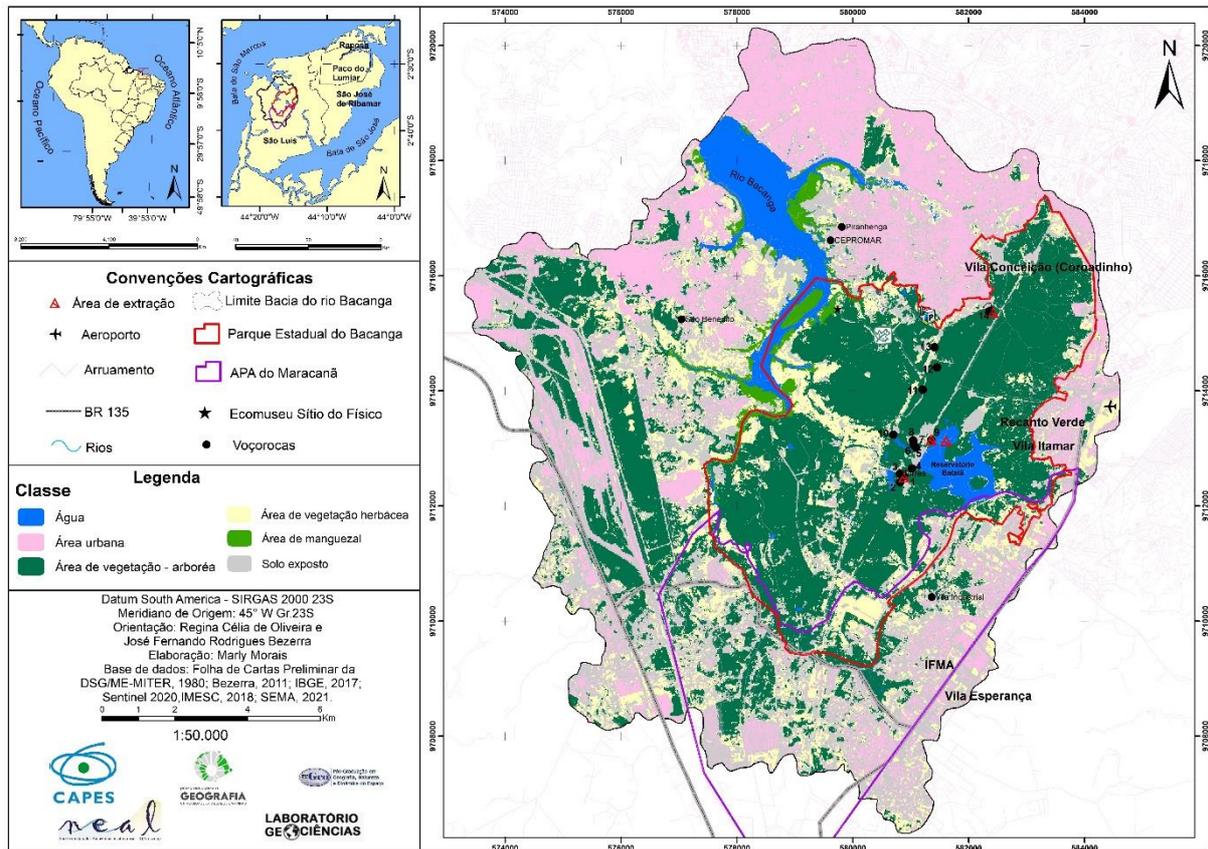
Fonte: Os autores, 2021.

A análise da imagem de 2011 (Figura 2) revelou que 33,39% da bacia conserva áreas de vegetação arbórea, 2,48% com áreas de manguezal, 0,22% de herbácea, enquanto as áreas urbanas somavam 38,98% da área e 20,16% de solo exposto. Os 4,77% as áreas restantes

correspondiam os corpos hídricos. O cenário do uso/cobertura da terra mostra a predominância de áreas urbanas na porção norte acompanhando todo processo histórico citado anteriormente.

O diagnóstico da imagem de 2020 (Figura 3) apontou que 32,44% da bacia conserva áreas de vegetação arbórea, 1,80% com áreas de manguezal, 15,43% de vegetação herbácea, enquanto as áreas urbanas somavam 18,56% da área e 26,52% de solo exposto. Os 5,24% das áreas restantes correspondiam os corpos hídricos. Correlacionando o cenário de uso e cobertura da terra nos anos de 2011 e 2020, nota-se que as áreas urbanas diminuíram 20,42 % em contrapartida às áreas com vegetação herbácea aumentaram 15,21%, o solo exposto teve um aumento de 6,36%. Isso evidencia a transformação da paisagem, que ocorre via desmatamento, queimadas e retirada de material sedimentar.

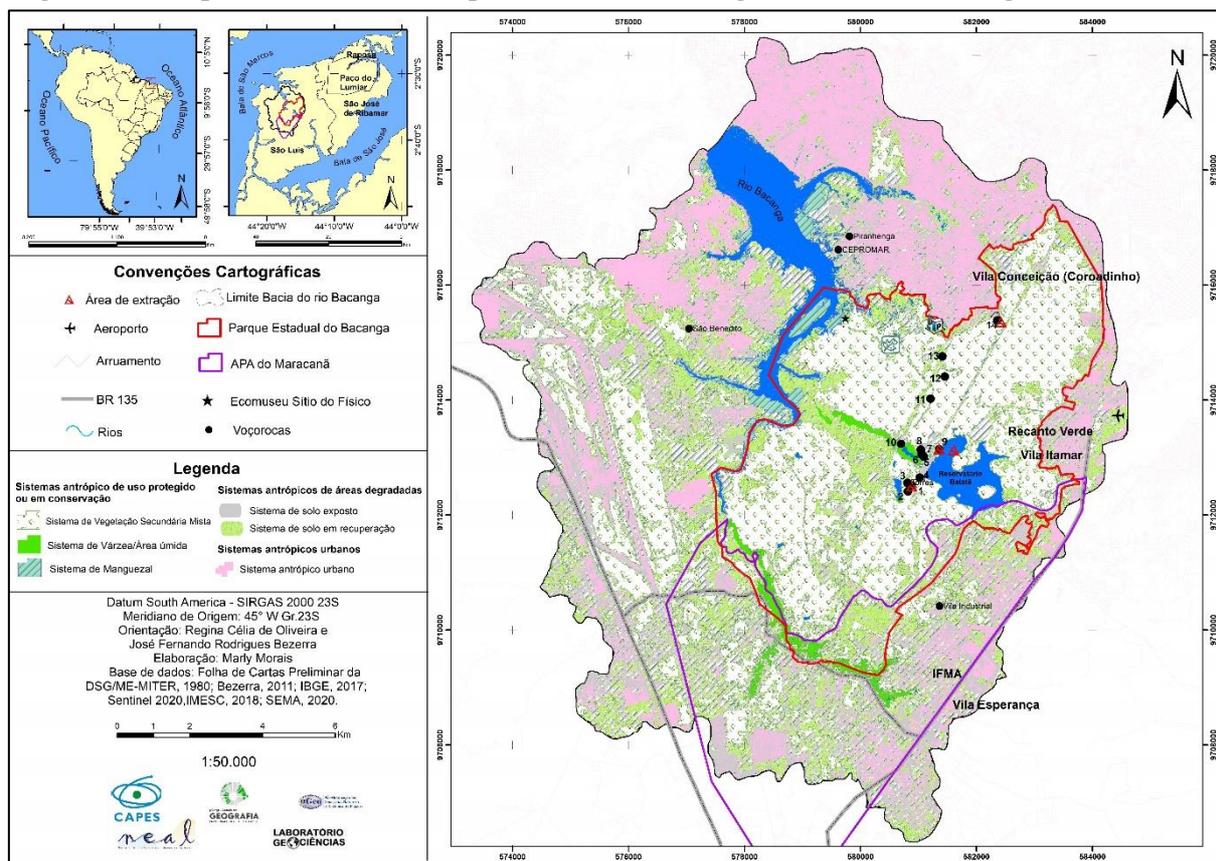
Figura 3 – Mapa de uso e cobertura da terra de 2020 da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



Fonte: Os autores, 2021.

Partindo-se do entendimento que o Sistema Antrópico é a integração entre a maneira de ocupar e utilizar o território, relacionada às características econômicas e transformações dos espaços, apresenta-se na Figura 4 os sistemas antrópicos identificados na bacia hidrográfica do rio Bacanga divididos em três grupos.

Figura 4 – Mapa de sistemas antrópicos da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



Fonte: Os autores, 2021.

O Sistema Antrópico de Uso Natural Protegido ou em Conservação, possui três subsistemas com áreas de preservação e proteção ambiental ( Parque Estadual do Bacanga – Decreto Estadual nº 7.545/1980, Área de Proteção Ambiental do Maracanã – Decreto Estadual nº 12.103/1991 e Áreas de Preservação Permanentes – 12.651/2012), caracterizado por fragmentos de sistemas florestais naturais associados ao Domínio da Floresta Amazônica, oriunda da devastação no transcorrer do processo de uso e ocupação da terra, atualmente representa 34,15 km².

O primeiro subsistema é o Sistema da Vegetação Secundária Mista (Figura 5). Caracterizado por mata secundária de terra firme, capoeira e palmáceas, resultado da retirada de árvores com valor econômico e queimadas para prática de agricultura de subsistência, representando 31,35 km². O segundo subsistema ocupa uma área de 1,04 km², regularmente alagado devido inundações ou afloramento do lençol freático dos cursos d’água nas áreas de planície fluvial e nas zonas de planície marinha.

Figura 5 – Vista área parcial da vegetação secundária mista da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



Fonte: Autores, 2018.

O terceiro subsistema é o Sistema Manguezal, caracterizado como zona úmida de transição entre os ambientes terrestres e marinho, influenciado pelo regime das marés. Na área estão sendo convertidas, de forma desordenada, em solos urbanos, nos quais o mangue não se reproduz (Figura 6), representa 1,71 km<sup>2</sup>. Tal ato além de provocar o desaparecimento da fauna e da flora, ocasiona as enchentes devido ao afunilamento das margens de rios, onde existe vegetação de mangue.

Figura 6 – Vista parcial área do manguezal com área antrópica (1) e áreas com pequenos fragmentos de gramíneas e solo exposto (2) com vestígios de queimadas da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



Fonte: Autores, 2018.

Os Sistemas Antrópicos de Áreas Degradadas, subdividido em Sistema com Solo Exposto em Solo em Recuperação, representam 39,95 km<sup>2</sup> de áreas com ocupações onde acontecem a de extração de areia, silte, argila e laterita para construção civil, queimadas e desmatamentos. Sendo a cobertura vegetal constantemente utilizada para a construção de residências dentro e nos bairros circunvizinhos, causando, conseqüentemente, tensões no Parque do Estadual do Bacanga, entre estes moradores e as entidades gestoras. É neste sistema que estão localizados os processos erosivos em larga escala (Figura 7), que tem provocado assoreamento dos principais canais fluviais da bacia.

Englobando os mais diversos tipos de construção inclusive a áreas de ocupação, os Sistemas Antrópicos Urbanos, corresponde à 17,43 km<sup>2</sup> de áreas em que predominam usos residenciais padronizados (oriundos de financiamento oficial ou particular) ou áreas residenciais consolidadas, bem como áreas em que se destacam atividades primárias, secundárias e terciárias.

Figura 7 – Vista parcial da voçoroca 1 na porção central da bacia hidrográfica do rio Bacanga, São Luís/MA



Fonte: Autores, 2019.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada neste trabalho, associada aos procedimentos operacionais, mostrou-se satisfatória para atingir o objetivo proposto. Pois o estudo geossintético, como suporte a análise do uso e cobertura da terra e dos sistemas antrópicos, na escala de 1:50.000, possibilitou integração como subsídio para gestão territorial de maneira planejada.

Diante dos resultados e a discussão levantada, notou-se modificações expressivas no uso e cobertura da terra na bacia do rio Bacanga durante os últimos anos, devido à falta de um

sistema de planejamento adequado que possa contribuir de forma eficiente a conservação e proteção das áreas naturais e conseqüentemente nos sistemas antrópicos.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, J. F. R. **Geomorfologia e Reabilitação de Áreas Degradadas por Erosão com Técnicas de Bioengenharia de Solos na Bacia do Rio Bacanga, São Luís – MA.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 2011. p, 249.

BEZERRA, J. F. R.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e reabilitação de áreas degradadas por erosão com técnicas de bioengenharia. In: **XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Natal, 2007.

BRASIL. Ministério do Exército – **Diretoria do serviço geográfico. Cartas DSG.** Folha São Luís nº13, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 38 e 39, 1980.

BRASIL. **Lei nº12. 651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 maio de 2012.

FURTADO, M. S *et al.* **Processo de recuperação da voçoroca do Sacavém, São Luís-MA.** In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Conferência Regional de Geomorfologia. Goiânia, 2006.

GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil:2014, 394p.

GUERRA, A. J. T., MARÇAL, M. S. dos. **Geomorfologia Ambiental.** 1º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 192p.

IBGE. **Dados Censitários do Município de São Luís.** Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

MARANHÃO. **Decreto- Lei Estadual nº 7.545, de 07 de março de 1980.** Cria o Parque Estadual do Bacanga.

MARANHÃO. **Decreto- Lei Estadual nº 12.103, de 01 de outubro de 1991.** Cria a Área de Proteção Ambiental do Maracanã.

MENDONÇA, J. K. S *et al.* **Diagnóstico da erosão urbana no município de São Luís-MA.** VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia (GO), 2001.

MORAIS, M. S. **Impactos socioambientais causados por processos erosivos em unidades de conservação: o caso do Parque Estadual do Bacanga, São Luís – MA.** 2018. 155 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Maranhão – São Luís, 2018. Acesso em: 20/06/2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2017.

SATHLER, R *et al.* Erosive processes in urban areas on the island of Maranhão – Brazil. In: **Sociedade & Natureza** (Special Issue), p. 161-173, 2005.

PEREIRA, E.D. **Vulnerabilidade a contaminação do solo e aquífero do Reservatório Batatã- São Luís (Ma)**. 2006, 141f. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, IGCE/UNESP, Rio Claro, 2006.

#### AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela concessão, aos integrantes do Núcleo de Estudos Ambientais Litorâneos (NEAL) da Unicamp e do Grupo de Pesquisa e Mapeamento – GEOMAP/UEMA.