

# A GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E AMBIENTAL DA BACIA DO RIO TIBIRI, SÃO LUÍS-MA

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

## RESUMO

O presente artigo traz a Geoecologia das Paisagens como metodologia para uma análise integrada da bacia hidrográfica, sendo esta entendida como uma unidade de planejamento e gestão. Parte do debate sobre os mecanismos públicos contextualizando sobre os diversos usos existentes na área de estudo. Neste contexto o trabalho objetiva apontar perspectivas mais coerentes e duradouras para proteção, preservação e conservação das diversas paisagens da bacia e contribuir com o acervo científico na área a partir da abordagem geossistêmica da metodologia proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022). Diante dos resultados e a discussão levantada, notou-se modificações expressivas no uso e cobertura da terra e um macrozoneamento que não contempla os sistemas ambientais.

**Palavras-chave:** Geoecologia das Paisagens, Planejamento Territorial/Ambiental, Uso e Cobertura da Terra.

## RESUMEN

Este artículo utiliza la Geoecología del Paisaje como metodología para un análisis integrado de la cuenca hidrográfica, entendida ésta como unidad de planificación y gestión. Parte del debate sobre los mecanismos públicos, contextualizando los diversos usos existentes en la zona de estudio. En este contexto, el trabajo pretende apuntar perspectivas más coherentes y duraderas para la protección, preservación y conservación de los diversos paisajes de la cuenca y contribuir al acervo científico en el área a partir del enfoque geosistémico de la metodología propuesta por Rodríguez, Silva y Cavalcanti (2022). En vista de los resultados y de la discusión planteada, observamos cambios significativos en el uso y cobertura del suelo y una macrozonificación que no tiene en cuenta los sistemas ambientales.

**Palabras clave:** Geoecología del paisaje, ordenación territorial/medioambiental, uso y ocupación del suelo.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, [marlymorais22@hotmail.com](mailto:marlymorais22@hotmail.com);

<sup>2</sup> Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, [regina5@unicamp.br](mailto:regina5@unicamp.br);

<sup>3</sup> Professor do Programa em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, [fernangeo@yahoo.com.br](mailto:fernangeo@yahoo.com.br).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, criada pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, compreende princípios e normas para a gestão de recursos hídricos e definiu bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão.

Para Barrella *et al* (2001), a bacia hidrográfica é definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Seguindo esta definição com uma visão mais integrada do meio físico e antrópico Cunha e Guerra (1998) estabelece que bacia hidrográfica é resultado do comportamento das condições naturais e das atividades humanas, sendo que as alterações nessas unidades podem gerar impactos a montante e nos fluxos energéticos de saída (jusante).

Neste cenário a Geoecologia da Paisagem concentra-se na avaliação do potencial de produção da terra e na eficácia dos usos existentes. Por meio da análise dos elementos biológicos, geológicos, físicos e sociais presentes, o que permite aos gestores conhecer melhor o ambiente e suas necessidades, bem como o funcionamento dos sistemas, contribuindo para o planejamento e a gestão dos recursos naturais (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2022). Sobretudo, medidas que busquem soluções por meio de planos de manejo ambiental, programas de educação ambiental, zoneamento geoambiental, plano diretor entre outras iniciativas, principalmente em bacias hidrográficas inseridas em zonas costeiras.

Considerando a Lei nº 7.122, de 12 de abril de 2023 que dispõe sobre o Plano Diretor do Município de São Luís enquanto principal instrumento normativo e orientador da política de desenvolvimento urbano e rural com sustentabilidade socioambiental, a área da bacia hidrográfica do rio Tibiri, está inserida Macrozona de Proteção Integral, Macrozona de Uso Sustentável e Macrozona de Manutenção da Drenagem.

Cabe ressaltar, que o zoneamento consiste em um processo que estabelece diretrizes para o uso do território, que são aplicadas de acordo com o contexto, as características locais e a dinâmica de ocupação, não devendo ser formulado de forma estática (ROSS, 1994).

Partindo do exposto, a bacia deve ser entendida como uma unidade de planejamento e gestão em qualquer mecanismo utilizado por órgãos públicos, para que sejam minimizados os impactos ambientais decorrentes dos processos naturais e da ação antrópica. Todavia a bacia hidrográfica do rio Tibiri mesmo apresentando características rurais, possui problemas

ambientais advindos desta intensa intervenção humana, sendo estas respostas geomorfológicas, tais como: deslizamento de terra, inundações, processos erosivos acelerados, entre outros. Além de ter zonas com aspectos industriais, não contemplado no atual macrozoneamento.

Dessa forma, justifica-se a importância deste estudo tendo em vista a aplicação da metodologia de Rodrigues, Silva e Cavalcanti (2022) através da análise do uso e cobertura da terra e dos sistemas antrópicos na escala de 1:50.000, objetivando apontar perspectivas mais coerentes e duradouras para proteção, preservação e conservação das diversas paisagens da bacia e contribuir com o acervo científico na área<sup>4</sup>.

## **METODOLOGIA**

Para alcançar o objetivo proposto foram realizados três procedimentos (atividades de gabinete I, II e II) baseados na metodologia de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022). Primeiramente foi realizada a organização do inventário através do levantamento bibliográfico e cartográfico. Posteriormente a observação *in loco* através dos trabalhos.

Cabe ressaltar que a tese está em desenvolvimento desde do ano de 2020, entretanto há outros trabalhos realizados e em execução que subsidiam o trabalho sendo resultados de Iniciação Científica e Dissertações de mestrado do grupo de pesquisa Geomorfologia e Mapeamento – Geomap da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Neste contexto para a bacia do Tibiri temos trabalhos de campos desde o ano de 2018 até o presente momento.

A partir dos trabalhos de campo efetuados, iniciou-se a fase do inventário cartográfico definitivo, no intuito de analisar minuciosamente as características dos sistemas naturais e antrópicos da área. As bases cartográficas usadas são do Geomap (curvas de nível, drenagem, e limite de bacias) da bacia elaboradas das cartas da DSG - ME (Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército) nº 31, 32, 39, 40, 45, 46, 47 e 53, na escala de 1:10.000. Também são utilizadas a base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), base de dados do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC), Companhia de Recursos Minerais – (CPRM), Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (ZEE-MA) e

---

<sup>4</sup> O presente resumo faz parte da tese em desenvolvimento na Ilha do Maranhão, sendo está financiada até novembro de 2022 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior – CAPES processo n°88887.510964/2020-00. Atualmente o financiamento é realizado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Maranhão – FAPEMA processo BD-10767/22.



o Macrozoneamento Urbano e Macrozoneamento Ambiental de 2023 disponibilizados pela prefeitura de São Luís - MA.

Para o mapeamento de uso e cobertura da terra, foram utilizadas imagens de satélite. Essas escolhas levaram em consideração as informações disponíveis para área de estudo. Neste cenário a análise realizada até o presente momento consta apenas dos anos 2000, 2020 e 2022. A escolha do último ano da-se ao fato de ser um período pós pandemia e por conta das transformações vistas ao longo da area de estudo que compreende a tese.

Todos os produtos cartográficos gerados estão dispostos na escala de 1: 50.000 editados no software ArcGis 10.2 com licença registrada na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). O sistema de projeção adotado corresponde ao Universal Transversa de Mercator (UTM), tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS, 2000).

## REFERENCIAL TEÓRICO

A Geoeologia das Paisagens nas últimas décadas vem ganhando destaque por abranger um conjunto teórico metodológico voltado ao planejamento ambiental em diferentes territórios e escalas espaciais (Silva e Rodriguez, 2013).

Neste sentido, Christofolletti (2004) e Chang et al (2021) definem a bacia hidrográfica como uma área de captação natural da água de precipitação da chuva que converge os escoamentos para um único ponto de saída interagindo com elementos naturais econômicos e sociais. Nesta perspectiva o planejamento ambiental inserido deve estabelecer estratégias para os diversos sistemas envolvidos (Santos, 2004).

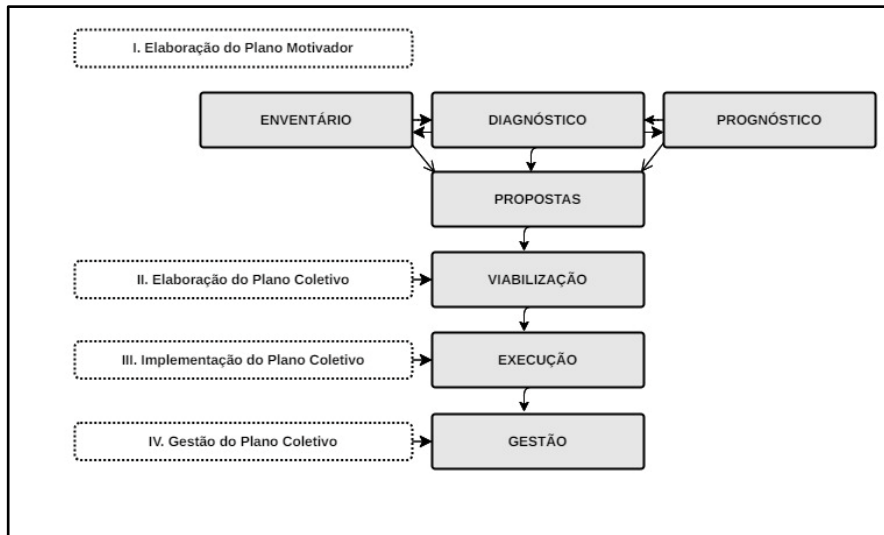
Corroborando com a autora *open cit* Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), afirmam que o planejamento ambiental não deve considerar somente às estruturas naturais, mas o equilíbrio entre o potencial natural das paisagens e a sociedade. Ou seja, os autores defedem a interrelação dos sistemas naturais e antrópicos para uma gestão efetiva dos ambientes.

Tendo em vista o exposto, a um esforço necessário quanto à compreensão dos mecanismos que regem as fases e a eficácia do planejamento ambiental, sendo discutido por autores algumas autores, entre eles Leal (1995), Setti *et al* (2000), Santos (2004) e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022).

Para Leal (1995), o planejamento deve ocorrer de forma participativa e integradora, ou seja envolver a população e o poder público visando a o aperfeiçoamento vida/ambiente. Propoem assim quatro fases: elaboração do plano motivador (inventário - diagnóstico -

prognóstico e propostas), elaboração do plano coletivo (viabilização), implementação do plano coletivo (execução) e gestão do plano coletivo (gestão) (Figura 1). A proposta do autor visa a socialização a partir de debates e atividades para produção de conhecimento e gestão conjunta.

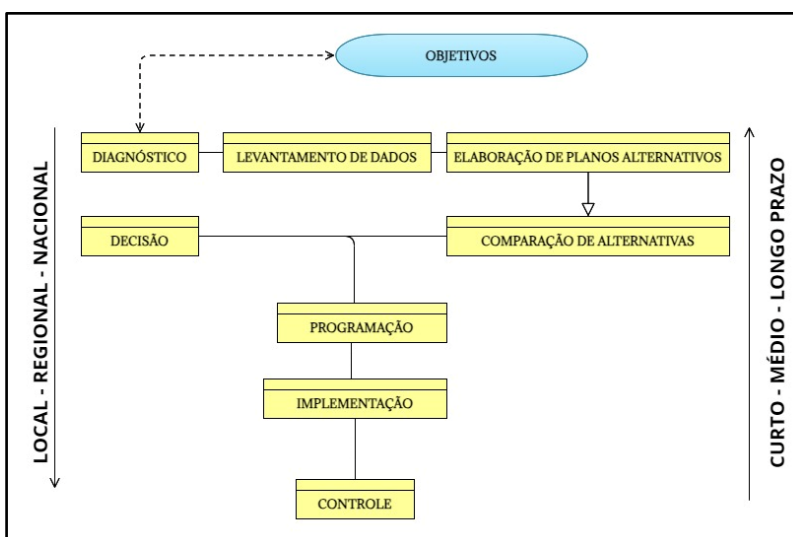
**Figura 1: Concepção geral da proposta de planejamento ambiental**



Fonte: adaptado de Leal, 1995.

Setti *et al* (2000), definem o planejamento como procedimentos organizados visando atingir um fim a partir de oito etapas objetivas: diagnóstico, levantamento de dados, elaboração de planos alternativos, comparação de alternativas, decisão, programação, implementação e controle (Figura 2). Para os autores a ótica territorial, ou seja, as escalas (nacional, regional e local) é de suma importância assim como a ótica temporal (curto, médio e o longo prazo).

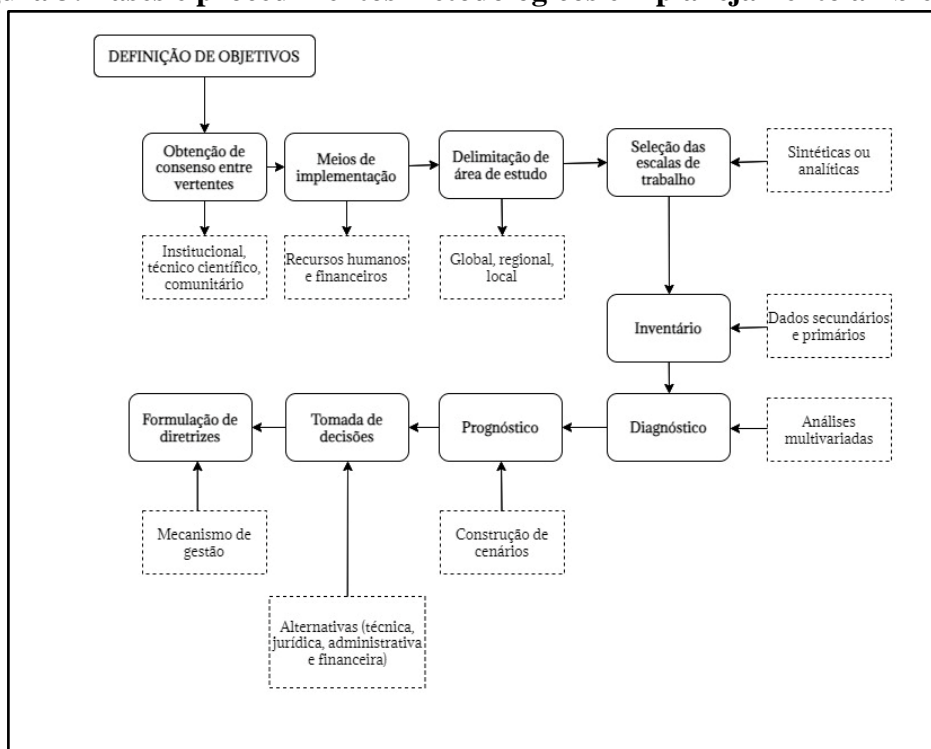
**Figura 2: Concepção geral da proposta do planejamento transversal**



Fonte: autores, 2023.

Na concepção de Santos (2004), o planejamento deve ocorrer em dez fases/procedimentos, a saber: definição de objetivos, obtenção de consenso entre as vertentes, meios de implementação, delimitação da área de estudo, seleção da escala de trabalho, inventário, diagnóstico, prognóstico, tomada de decisão e formulação de diretrizes e monitoramento (Figura 3).

**Figura 3: Fases e procedimentos metodológicos em planejamento ambiental**



Fonte: adaptado de Santos, 2004.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) salienta que o planejamento ambiental da geocologia das paisagens baseia-se em cinco princípios: princípio geossistêmico (concebe a paisagem natural como um sistema ambiental aberto), princípio da existência objetiva da paisagem (reconhece e a paisagem como um sistema), princípio de articulação sistêmica e paisagística (entende a paisagem como uma tríade, paisagem natural/paisagem social/paisagem cultural), princípio da integridade dos atributos sistêmicos (estrutura, funcionamento, dinâmica e evolução da paisagem) e por fim o princípio do valor social da paisagem (significa que cada paisagem tem um potencial).

A partir da contextualização dos princípios, os autores *open cit* propuseram seis fases para planejamento ambiental: organização, inventário, análise, diagnóstico, proposição e execução. Ao analisar a literatura consultada, nota-se que não há um consenso entre os autores





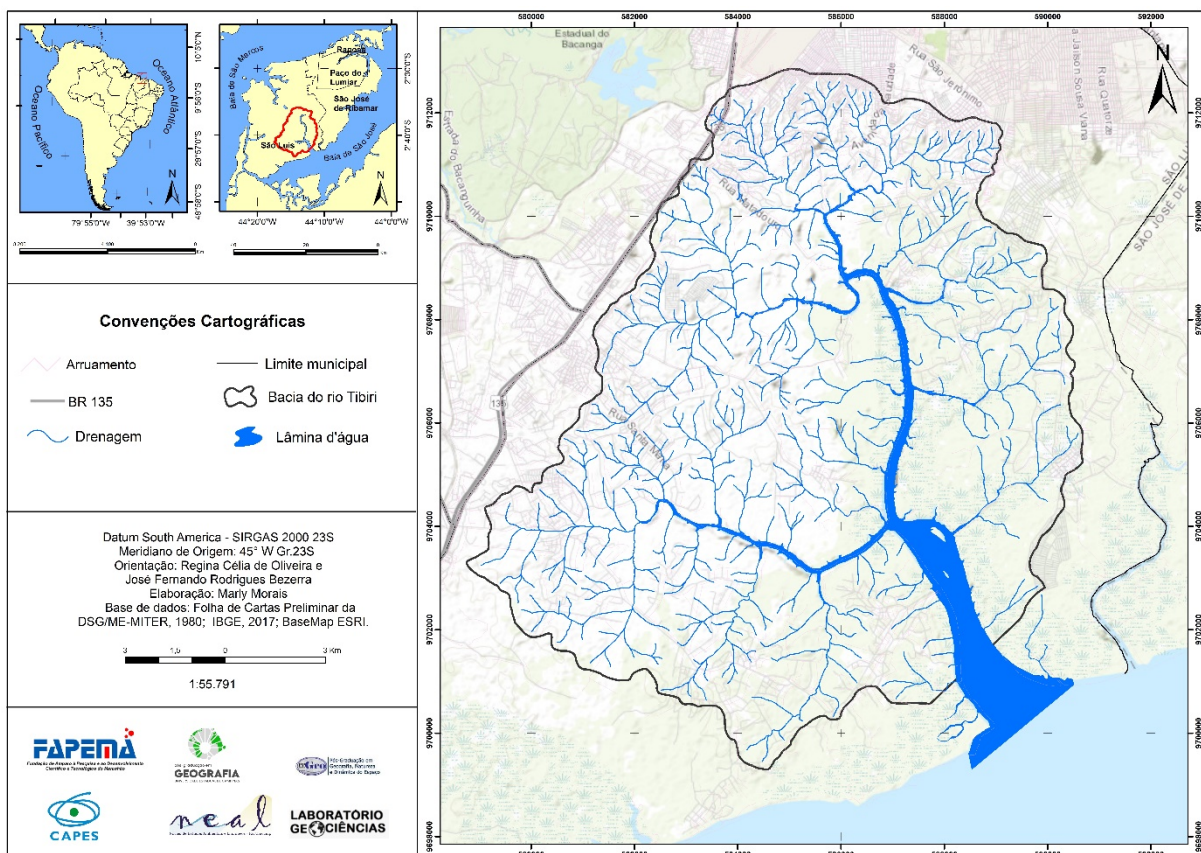
sobre a divisão e denominação das fases do planejamento, sendo as mais frequentes o inventário - diagnóstico - prognóstico. Entretanto, é notório a busca por procedimentos eficazes visando o equilíbrio dos sistemas naturais e antrópicos.

Neste contexto, a partir dos autores consultados, para este trabalho adota-se a proposta teórica metodológica de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), por considerar a mesma sistêmica e interdisciplinar, o que permitiu uma organização espacial e ambiental a partir da integração de todos os atores envolvidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de São Luís, onde está inserida a bacia do rio Tibiri, possui uma área de 834,785 Km<sup>2</sup>, localizando-se na parte centro-oeste da Ilha do Maranhão. A bacia hidrográfica objeto deste estudo é estuarina com padrão dentrítico de 5º ordem hierarquia de Strahler, e possui uma área de 101,1 Km<sup>2</sup>, localiza-se na porção Centro Sudeste da Ilha do Maranhão e do município de São Luís com sua nascente inserida no tabuleiro do Tirirical (Figura 4).

**Figura 4: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Tibiri**



Fonte: autores, 2023.

As paisagens naturais da área desenvolveram-se sob a ação do clima tropical chuvoso, com períodos secos no inverno e quente com chuvas de inverno (STRAHLER e STRAHLER,

2005), com índice pluviométrico anual superior a 1.500 milímetros, agindo sobre uma litologia formada pelos grupo Barreiras, Depósitos de Mangues e Depósitos Aluvionares (CPRM, 2020), que deram origem a solos característicos de zonas litorâneas, como o Argissolo Vermelho – Amarelo distrófico, Neossolo Quartizarênico Órtico e Gleissolo Tiomórfico Órtico (CPRM, 2020).

Tais características geoambientais deram origem a formação de Floresta Ombrófila Densa<sup>5</sup> e mangue (GERCO, 1998). A modelagem natural do relevo é formada por Planícies Fluviomarina e Tabuleiros Dissecados holocênicos (CPRM, 2020).

Em relação a dinâmica do uso e ocupação de uma determinada área Silva (2001), destaca a prática a quão saturada ou ainda disponibilidade de recursos que esta possa oferecer às mais variadas atividades dos habitantes residentes dela bem como ao seu entorno, podendo assim influenciar na preservação desta ou ainda culminando aos processos degradacionais que possam advir a partir das ações humanas.

De acordo com Silva *et al.* (2013), a análise do uso e cobertura da terra é um instrumento imprescindível para estudos ambientais, na gestão de recursos naturais e para o planejamento urbano. Ainda neste mesmo segmento Santos e Petronzio (2011) falam que a importância dessa análise se dá justamente por ela permitir conhecer a forma com que a área de interesse é utilizada, permitindo uma caracterização das interações antrópicas com o meio ambiente, se constituindo como uma representação espacial dessas interações.

Nessa perspectiva, com base nas características, a ocupação da bacia do rio Tibiri acompanhou o ritmo da urbanização da ilha do Maranhão. Embora tardio comparado às demais áreas da Ilha, esse processo gradativo da crescente da urbanização sem planejamento trouxe incontáveis tipos de degradações da paisagem natural desta área, observadas nas análises das imagens de satélites.

Acomparação das imagens de 2000, 2020 e 2022 (Figura 5) revelou grandes modificações no uso da bacia. Seguindo a ordem cronológica das análises, a vegetação secundária mista apresentou, 53%, 41,69% e 36,23%. Enquanto a área construída 2%, 7,26% e 27,47%. A vegetação rasteira 22%, 26,56% e 14,77%. Do mangue 17%, 20,20% e 14,87%. O solo exposto foi mapeado apenas nos anos 2020 e 2022, apresentado 0,23% e 1,29%. Na categoria de área industrial está foi mapeada apenas nos anos de 2000 e 2022, resultando em 2% e 0,0035%. A categoria água 4%, 4,06% e 2,02% (Tabela 1).

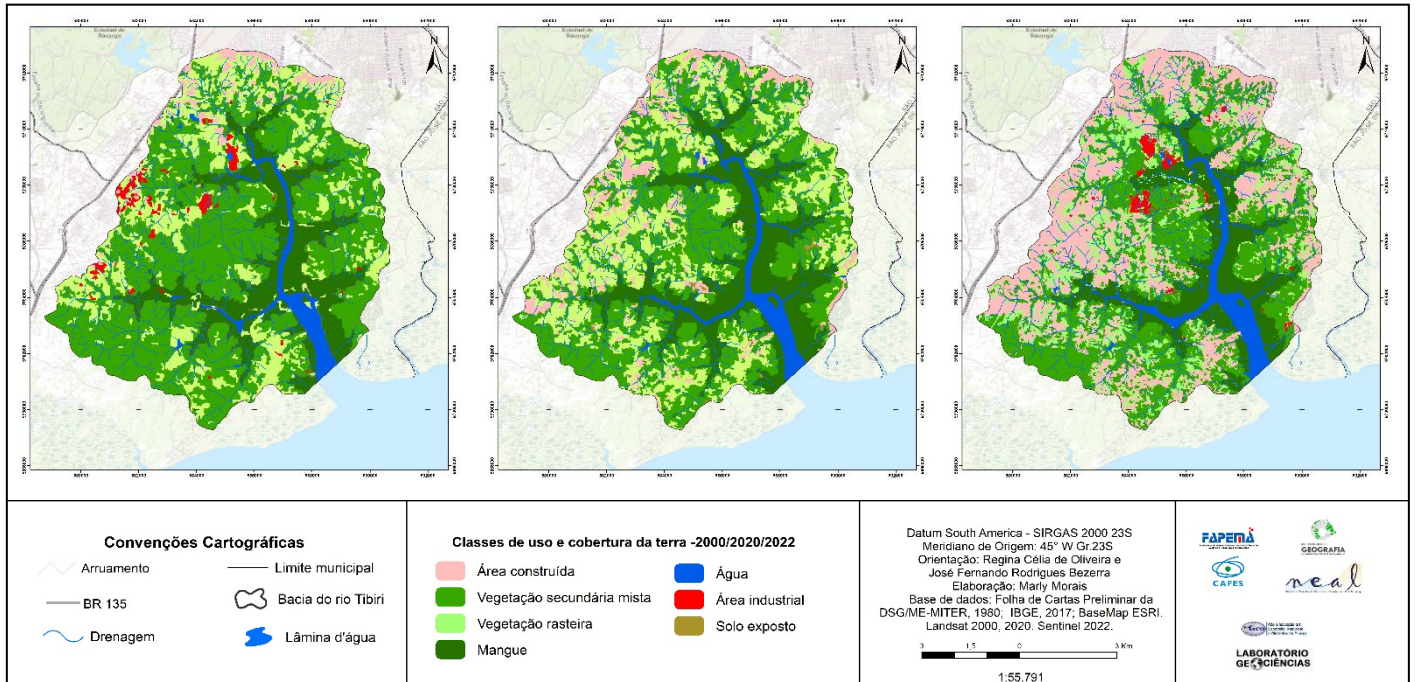
---

<sup>5</sup> Neste trabalho classificada como vegetação secundária mista devido ao processo de uso e ocupação.





**Figura 5: Mapa de classes de uso e cobertura da terra – 2000/2020/2022**



Fonte: autores, 2023.

**Tabela 1: Síntese do cenário de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Tibiri nos anos de 2000,2020 e 2022**

ANO	CLASSE %						
	Água	Vegetação secundária mista	Vegetação rasteira	Mangue	Área construída	Área industrial	Solo expoto
2000	4	53	22	17	2	2	x
2020	4,06	41,69	26,56	20,2	7,26	x	0,23
2022	2,02	36,23	14,77	14,87	27,47	0,0035	1,29

Fonte: autores, 2023.

Com base nos dados das imagens utilizadas e as atividades de campo verificou-se, avanço da área construída em direção a vegetação secundária mista, assim como o aumento do tamanho das erosões em direção as residências. Corroborando com esta análise, o estudo realizado por Silva (2001) desatca que as áreas construídas situam-se no alto curso da bacia hidrográfica do Tibiri, no setor norte, nas áreas próximas às principais nascentes, gerando um potencial de degradação ambiental preocupante.

O autor destaca ainda que o poder público não tem direcionado a política habitacional para a construção de residências para a população de baixa renda, mas tem direcionado os



recursos municipais, estaduais e federais para a consolidação das áreas ocupadas ilegalmente pela população, o que revela uma política eleitoral mercadológica. Neste ultimo ponto destacado pelo autor, após vinte anos com a chegada do programa “Minha Casa Minha Vida” ocorreu a construção de um conjunto habitacional, no periodo visitado ainda não havia moradores (Figura 6). Outro ponto que nos chama atenção é o fato da área industrial ter diminuído, tal situação dá-se as expectativas das imagens, visto em campo que houve estruturação dessas atividades.

**Figura 6: Vista área parcial do conjunto habitacional Mato Grosso**



Fonte: autores, 2021.

Quando nos debruçamos sob o macrozonamento ambiental do município de São Luís (2023), no qual consta, as áreas de proteção integral, uso sustentável e manutenção da drenagem, constata-se que correm sério riscos devido a ocupação desordenada, atividades de mineração e requerimento de lavra em zonas protegidas por lei.

Neste sentido, com base nas informações adquiridas até o presente momento, percebe-se que o macrozoneamento não abrange a realidade da bacia, pois há lacunas que permitem futuros usos sem planejamento ambiental e territorial adequado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O planejamento ambiental baseado na geocologia da paisagem se configura em uma fundamentação teórico-metodológica eficaz por não se limitar à fase de planejamento, mas também envolver a implementação das medidas propostas e monitoramento dos resultados. Ressalta-se que esta metodologia permite análise integrada em diferentes escalas (local, municipal, regional ou nacional).

Compreende-se, portanto, que os procedimentos metodológicos apontados, podem ser usados para a análise ambiental de diferentes áreas de estudos, aplicadas em realidades variadas. É possível afirmar também que pesquisas posteriores deverão aperfeiçoar a discussão realizada e os procedimentos de pesquisa demonstrados.

Dessa forma, a gestão e planejamento de bacias hidrográficas abrange diferentes escalas espaciais e temporais, tanto no que se refere ao contexto biofísico envolvido, como, também, no que diz respeito à estrutura e diferentes instâncias institucionais e organizacionais que sustentam o desenvolvimento humano da região onde o mesmo deve acontecer. A ampla variação desses ambientes, sejam eles naturais ou alterados pelo homem, requer fundamentalmente o conhecimento das características ambientais, a fim de que sejam elaborados projetos adequados para minimizar os impactos sobre a flora e fauna do local.

Os resultados alcançados são de grande importância para a reavaliação do atual Zoneamento no intuito de proporcionar uma maior agilidade no processo de tomada de decisões, por garantir uma gestão territorial planejada e sustentável, minimizando e evitando problemas ambientais já existentes na área.

## **Financiamento**

Este trabalho vem sendo apoiado desde o ano de 2016 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), através dos processos nº 88882.167431/2018-01/ Acordo CAPES/FAPEMA e 88887.510964/2020-00 finalizados em 2018 e 2022 respectivamente. Atualmente financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA através do processo nº BD-10767/22.

## **REFERÊNCIAS**

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.



BRASIL Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 06 de julho de 2017.

CHANG, H.-S.; SU, Q.; KATAYAMA, T. Research on establishment of the region flood protection standard-a case of watershed of Dajiaxi, Taiwan. **Urban Water Journal**, v. 18, n. 3, p. 173-182, 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas dinâmicos: as abordagens da Teoria do Caos e da Geometria Fractal em Geografia**. In: Reflexões sobre Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. ˆ; 89-1110.

CPRM. **Geodiversidade da ilha do Maranhão**. Organização [de] José Sidiney Barros [e] Íris Celeste Nascimento Bandeira. – Teresina: CPRM, 2020. 149 p.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1998. p. 337-379.

LEAL, A. C. **Meio ambiente e Urbanização na Microbacia do Areia Branca – Campinas – São Paulo**. Dissertação de mestrado em Geociências. Rio Claro. 1995.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E.V. **Planejamento e Gestão Ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, Ceará. 2013, 346p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6. ed. Fortaleza: EDUFC, 2022. 332 p.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos. 2004.

SÃO LUÍS (Município). **Secretaria Municipal de Governo**. Plano Diretor do Município de São Luís: Lei nº 7.122, de 12 de abril de 2023.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

SILVA, Q. D. **Proposta de zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Tibiri**, São Luís – MA. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza, CE (2001).

STRAHLER, A.H. E STRAHLER, A.N. **Physical Geography: Science and systems of the Human Environment**. Wiley, New York, 794p. 2005.