

ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA PAISAGEM DA BACIA DO RIO GRANDE COM INTERFACE NO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES, MARANHÃO, BRASIL

Jordane de Oliveira **BORGES**

Aluna do Doutorado em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Ceará
E-mail: jordane.o.borges@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2313-7670>

Edson Vicente da **SILVA**

Docente do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará
E-mail: cacauceara@gmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-5688-750X>

Leonardo Silva **SOARES**

Docente do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão.
E-mail: leonardo.soares@ufma.br
Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-0373-2971>

*Recebido
Julho de 2024*

*Aceito
Dezembro de 2024*

*Publicado
Janeiro de 2025*

Resumo: A Bacia hidrográfica do Rio Grande (BHRG) é uma das bacias que constitui o sistema de bacias hidrográficas do Litoral Oriental do Maranhão, estudar as relações dinâmicas dessa bacia tem sido crucial para adotar medidas contra as pressões sofridas nestes ambientes. Diante disso o objetivo deste estudo é analisar a dinâmica da paisagem da BHRG em uma perspectiva interdisciplinar a partir da abordagem da Geoecologia das Paisagens. Todos os elementos que compõe os geossistemas da BHRG integraram-se permitindo a análise paisagística de maneira a compor paisagens únicas, uma vez associadas a ação antrópica que pode potencialmente modificar a paisagem em determinada unidade e partir da análise da interação entre os elementos da paisagem, elaborou-se o zoneamento através das unidades geocológicas dessa área. Na BHRG as unidades geocológicas ainda mantêm seu valor específico para o equilíbrio

e funcionamento do sistema, entretanto é necessário a elaboração de propostas para a diminuição dos efeitos das pressões antrópicas sobre essas unidades.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; condicionantes paisagísticos; Geoecologia das Paisagens; Gestão Ambiental; Unidade de Conservação; Unidades Geoecológicas.

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE LANDSCAPE OF THE RIO GRANDE BASIN WITH INTERFACE IN THE LENÇÓIS MARANHENSES NATIONAL PARK, MARANHÃO, BRAZIL

Abstract: The Rio Grande River Basin (RGRB) is one of the basins that constitutes the hydrographic basin system of the Eastern Coast of Maranhão, studying the dynamic relationships of this basin has been crucial to adopt measures against the pressures suffered in these environments. Therefore, the objective of this study is to analyze the dynamics of the RGRB landscape from an interdisciplinary perspective from the Geoecology of Landscapes approach. All the elements that make up the RGRB geosystems were integrated, allowing the landscape analysis in order to compose unique landscapes, once associated with anthropic action that can potentially modify the landscape in a given unit and from the analysis of the interaction between the elements of the landscape, the zoning was elaborated through the geoecological units of this area. In the RGRB, the geoecological units still maintain their specific value for the balance and functioning of the system, however it is necessary to prepare proposals to reduce the effects of anthropogenic pressures on these units.

Keywords: conservation unit; environmental management; Geoecology of Landscapes; Geoecological Units; Hydrographic Basin; Landscape Constraints.

ANÁLISIS GEOECOLÓGICO DEL PAISAJE DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE CON INTERFAZ EN EL PARQUE NACIONAL LENÇÓIS MARANHENSES, MARANHÃO, BRASIL

Resumen La Cuenca del Río Grande (CHRG) es una de las cuencas que constituye el sistema hidrográfico de cuencas de la Costa Oriental de Maranhão, el estudio de las relaciones dinámicas de esta cuenca ha sido crucial para adoptar medidas contra las presiones sufridas en estos ambientes. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar la dinámica del paisaje de la CHRG en una perspectiva interdisciplinaria desde el enfoque de la Geoecología del Paisaje. Se integraron todos los elementos que conforman los geosistemas del BHRG, permitiendo el análisis del paisaje con el fin de componer paisajes únicos, una vez asociados a la acción antrópica que potencialmente puede modificar el paisaje en una unidad determinada y a partir del análisis de la interacción entre los elementos del paisaje, se elaboró la zonificación a través de las unidades geoecológicas de esta área. En el CHRG, las unidades geoecológicas aún mantienen su valor específico para el equilibrio y funcionamiento del sistema, sin embargo, es necesario desarrollar propuestas para reducir los efectos de las presiones antropogénicas sobre estas unidades.

Palabras clave: cuenca hidrográfica; geoecología de paisajes; Gestión Ambiental; Restricciones paisagísticas; Unidad de Conservación; Unidades Geoecológicas.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade e sua constituição enquanto sociedade, sempre houve uma intrínseca relação com a natureza, podendo ser entendida como a causa da organização social, na qual o ser humano tem possibilidades de transformação da natureza a partir do seu desenvolvimento técnico, transformando o meio natural e utilizando deste para o seu desenvolvimento.

Essa relação entre sociedade e natureza, passou a ser analisados de forma conjunta como dimensões integrais, pois ao tratar o meio ambiente não se pode ignorar os elementos técnicos de natureza antrópica, priorizando a junção entre elementos naturais e humanos, dessa forma constituindo o termo meio ambiente.

Essa relação tem sido na maioria das vezes prejudicial ao ambiente, pois a população mundial cresceu aproximadamente sete vezes - de 1 para 7 bilhões de habitantes em pouco mais de 200 anos (Alves, 2019). A partir das discussões sobre o crescimento populacional e escassez de recursos, surge o conceito de conservação, que surgiu como forma de proteger a vida selvagem do intenso crescimento industrial ocorrido no século XIX e seu consequente crescimento populacional (Nash, 2014).

No Brasil essas áreas protegidas ganham respaldo a partir da criação das leis presentes no “Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e a instituição da Unidades de conservação pelo SNUC, identificou-se nos biomas brasileiros muitas áreas com paisagens e dinâmicas singulares, no qual foram criadas nos termos do art. 22 da Lei n.º 9.985/00 (Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação), criadas por ato do Poder Público” (art. 22) (Brasil, 2023). Acompanhando os Biomas do Brasil, o sistema costeiro maranhense também possui muitas áreas contempladas com a proteção ambiental do SNUC.

Muitas Unidades de Conservação localizam-se em áreas de bacias hidrográficas, sobretudo no Estado Maranhão, onde a maioria dessas Unidades abrangem áreas de nascentes, cursos e foz dos rios e os comitês de Bacias hidrográficas desempenham importante papel na articulação entre os usuários, construção de consensos e ainda na definição do conjunto de regras para melhor alocação da água, o que corresponde à essência do sistema de gestão de recursos hídricos, porém atualmente a gestão ambiental em bacias hidrográficas não possuem prioridade em políticas públicas setoriais do Estado (Brasil *et al.*, 2017).

O Estado do Maranhão é dividido em 12 bacias hidrográficas, delimitação realizada em 2009 pelo Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (NUGEO/UEMA) essa divisão foi formalizada por meio do Decreto Estadual 27.845 de 18 de novembro de 2011. Entretanto, devido as escalas trabalhadas no Litoral Oriental do Maranhão as bacias

hidrográficas não tiveram escalas de detalhes, sendo delimitada apenas as bacias do rio Preguiças e Sistema Periaá, sendo assim as Bacias Hidrográficas do Litoral Oriental do Maranhão possuem carência de estudos acerca dos recursos hídricos e dinâmica socioambiental, sobretudo em um contexto da geoeologia e do planejamento e gestão (Machado *et al.*, 2023).

A Bacia hidrográfica do rio Grande é uma das bacias que constitui o sistema de bacias hidrográficas do Litoral Oriental do Maranhão, no qual segundo Machado *et al.* (2013) esta região possui um elevado potencial socioeconômico e ambiental, pois estabelece interface com o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e com a zona costeira adjacente, tornando a região um polo turístico fundamental para o processo de desenvolvimento social e econômico das comunidades que integram as bacias.

Então o estudo da paisagem desta bacia com enfoque na configuração geossistêmica e geoeologia, sobre tudo por ser uma bacia que está sob pressões, devido ao aumento populacional, perda de cobertura florestal para outros usos não florestais, agricultura itinerante, degradação causada por desmatamento ilegal entre outros, precisando assim de políticas de conservação dos recursos hídricos, torna-se uma ferramenta na melhoria da gestão dessa bacia e de outras que fazem parte das bacias do Litoral oriental do Maranhão.

O presente artigo busca trazer o enfoque funcional para o estudo da Paisagem da Bacia hidrográfica do Rio Grande (BHRG), uma vez que tem o objetivo de esclarecer como é organizado a estrutura da paisagem através dos condicionantes paisagísticos e a correlação entre seus elementos e componentes. Onde de acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) ao se realizar o estudo de unidades geológicas territoriais existentes, caracteriza-se a homogeneidade das condições naturais em cada nível taxonômico, pois o caráter da estrutura e o funcionamento, constituem a base das propriedades espaço-temporais dos complexos, são essenciais na análise paisagística regional e amplamente necessários para a avaliação quanti-qualitativa no processo de planejamento ambiental.

Diante disso o principal objetivo deste estudo é analisar a dinâmica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) em uma perspectiva interdisciplinar a partir da abordagem da Geoeologia das Paisagens, destacando os potenciais fisiográficos, as Unidades geológicas e diagnóstico da situação geológica da paisagem de cada unidade presente na bacia.

METODOLOGIA

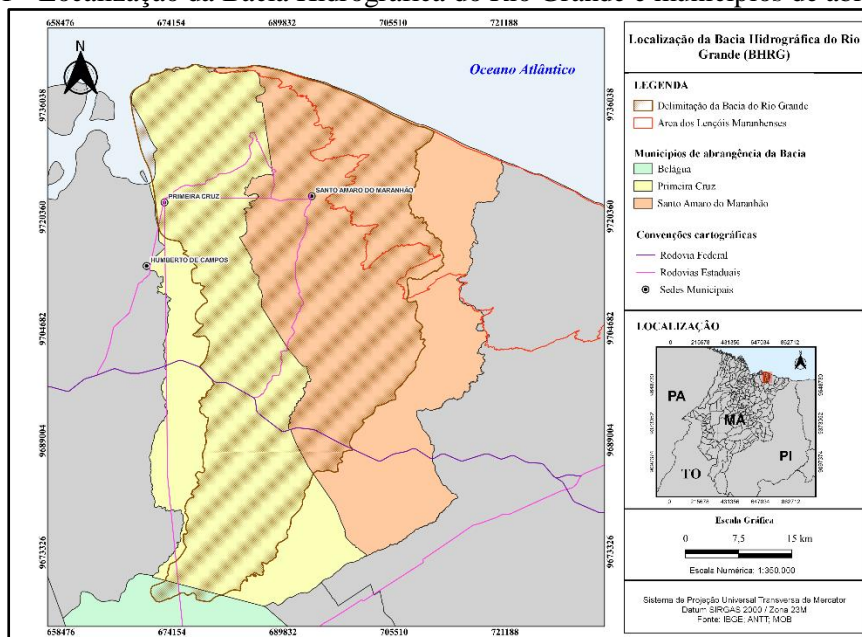
A abordagem metodológica utilizada neste trabalho foi realizada a partir do método quantitativo e qualitativo, tendo a Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) como uma unidade territorial, baseada na proposta de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2022), com base na análise sistêmica, fundamentada em uma análise integrada dos componentes antrópicos e naturais, a partir de caracterização geocológica que considera também como parte do sistema, as relações socioeconômicas.

As fases metodológicas que nortearam este artigo são baseadas de acordo com o proposto por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) através da análise histórico natural, sendo compostas pelas seguintes etapas: organização, inventário, análises e diagnóstico, no qual dentro dessas fases é fundamental o mapeamento das paisagens naturais e antrópicas existentes, onde se integram informações temáticas sobre os elementos que estruturam a paisagem, necessários para a caracterização geral do território.

Área de Estudo

A BHRG é uma unidade territorial que se localiza nos limites dos municípios de Santo Amaro do Maranhão, Primeira Cruz e norte do Município de Belágua, na porção Leste do Estado do Maranhão com a área 2.016,05 km e perímetro de aproximadamente 232,64 km (IBGE, 2022) (Figura 1).

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Grande e municípios de abrangência



Fonte: ANTT, MOB; IBGE (2022). Dados da pesquisa (2024).

Essa Bacia hidrográfica faz parte do Sistema de Bacias hidrográficas do Litoral Oriental do Maranhão que abrangem uma área aproximada de 10.238,90 km² e um perímetro de aproximadamente 1.597,12 km (Machado *et al.*, 2023). Essa Bacia possui interface com o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses que foi criado em 02 de junho de 1981, com base em uma proposta apresentada pelo projeto RADAMBRASIL1 na década de 1970, para preencher lacunas existentes no então Sistema de Unidades de Conservação (IBAMA, 2004).

Devido a esta Unidade de conservação as atividades de turismo têm se intensificado, tendo como consequência as pressões sobre a Bacia do rio Grande, que também tem grande importância para a economia dos municípios vizinhos. Os municípios mais dependentes da BHRN são Santo Amaro do Maranhão, possui uma população de 13.949 pessoas, com um PIB *per capita* de 5.916,27 e o Município de Primeira Cruz com uma população residente de 13.614 pessoas e 5.732,25 de PIB *per capita* (IBGE, 2022).

Organização e Inventário

Para que fosse necessário a compreensão da BHRG como um sistema integrado que dispõe de inter-relações entre os seus componentes, foi necessário compartimentar o sistema em divisões importantes para a análise. Esta área de estudo foi analisada como um sistema ambiental que se inter-relaciona, influenciando a dinâmica paisagística local, assim, denominou-se os tipos de sistemas ambientais: marinhos, litorâneos, fluvial e terrestre.

Para isso na fase de organização delinear-se os elementos fundamentais que definiram os objetivos e o desenho do trabalho, com a determinação das categorias de planejamento que se utilizaram para a delimitação da área de pesquisa, elaboração das justificativas e das escalas de estudo.

A definição da escala também foi necessária para que fosse determinado os elementos de dominância em determinada paisagem, tendo em vista que este fator é decisivo para desenvolver o trabalho a partir das escalas cartográficas escolhida, sendo está em escala local, entretanto por ser analisado toda a extensão de um município foi feito em escala de 1:350.000, compreendendo toda a área e perímetro da BHRG, localizada no litoral oriental do Maranhão.

Na fase de Inventário foi realizado o levantamento cartográfico dos elementos e condicionantes da paisagem, ou seja, levantamentos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos e de cobertura vegetal que foram necessários para caracterização geral do território, assim como o levantamento bibliográfico para obtenção de dados secundários e fundamentação teórica sobre a geoecologia das paisagens na BHRG.

As fontes bibliográficas e cartográficas utilizadas para os limites regional, local e tipológico do Município foram fornecidas por variadas instituições públicas. O software QGIS 3.22.4 LTR, será utilizado na criação e modelagem do banco de dados, ou seja, na definição de categorias (tipos de dados). Foi utilizado a projeção SIRGAS 2000. Os limites municipais do Brasil em uma escala de 1:2.500.000, obtidos no site do IBGE. Os dados de vegetação, em uma escala de 1:200.000, serão obtidos no site do ICMBio (icmbio.gov.br/ran/downloads.html), assim como os dados referentes a unidades de conservação que foram obtidos através dos dados do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (<https://antigo.mma.gov.br/areas-protetidas/unidades-de-conservacao/sistema-nacional-de-ucs-snuc.html>).

Os dados vetoriais de geologia e mapas geológicos foram obtidos do projeto RADAMBRASIL do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). A tipologia geomorfológica será obtida através das curvas de nível mediante modelo digital de elevação (MDE) da base TOPODATA (dsr.inpe.br/topodata) e os dados litológicos e estruturas de drenagem serão obtidos no site do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), GEOBANK, enquanto os de solos foram obtidos nos sistemas do IBGE e feito a comparação com os dados de solos da EMBRAPA e os dados pluviométricos foram obtidos pelo sistema Terraclimate no site ClimateEngine.

Os dados para a análise de uso e ocupação do Município foram obtidos através dos dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Bioma Cerrado e Sistema Costeiro do Maranhão realizado pelo Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC), no qual foram adaptadas as escalas a nível local.

Segundo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) estas análises são fundamentais em estudos geocológicos, uma vez que as influências nos ambientes naturais desenvolvem um papel transformador nas unidades de paisagem naturais, de acordo com os fatores culturais, econômicos, políticos, sociais, com variação dependendo da escala espacial e temporal.

Análise e delimitação de Unidades Geocológicas (UG)

Na presente etapa as análises foram feitas com base nos dados coletados na fase de inventário, destinando-se a analisar e interpretar todos os dados referentes à interação entre os componentes naturais, sociais e econômicos. Assim como, a análise das propriedades das unidades naturais para a determinação da estrutura espacial e funcionamento, dinâmica e evolução.

A primeira parte foi a delimitação da BHRG com base nos dados topográfico obtidos, realizada de forma manual, de acordo com a metodologia de Strahler (1958), no qual utilizou-se MDE dos dados SRTM/TOPODATA, as cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) em uma escala de 1:100.000, assim o como as imagens de satélite da ESRI. o detalhamento e densidade da rede de drenagem desta bacia também foram feitos manualmente, seguindo a mesma metodologia da delimitação, pois a densidade de drenagem é um indicador do grau de desenvolvimento do sistema fluvial, por isso é importante que seu mapeamento seja feito de forma detalhada (Machado *et al.*, 2023).

O segundo passo foi a interpretação de todos os dados obtidos na fase de organização e inventário, onde foram observados a interação entre os componentes naturais, sociais e econômicos e segundo a interpretação obtida foi realizada a delimitação de unidades geocológicas na BHRG para facilitar a determinação da estrutura espacial e dinâmica.

As Unidades Geocológicas (UG) foram delimitadas a partir da interação das unidades geomorfológicas, com a cobertura vegetal e o uso antrópico previamente destinado a estas unidades geomorfológicas, constituindo assim, seguindo-se a metodologia de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022).

O funcionamento e evolução da paisagem da BHRG foram obtidos através do mapeamento dessas unidades geocológicas, utilizando análises integradas dos dados referentes aos aspectos físicos, socioeconômicos e as características decorrentes do uso e cobertura da terra, a partir das análises dos mapas temáticos.

As análises tiveram como objetivo esclarecer a organização da paisagem (geossistema) e de qual maneira esta funciona e as comparações realizadas acerca da estrutura da paisagem foram feitas a partir da associação do mapa de UG. Pôde-se, enfim, caracterizar, delimitar e visualizar os componentes da paisagem da área de estudo.

Diagnóstico da situação geocológica da Bacia

Na fase de diagnóstico foi realizado a interpretação da configuração geoambiental e Unidades Geocológicas nas fases anteriores, descrevendo os principais problemas e potencialidades em Santo Amaro do Maranhão. Para a elaboração do diagnóstico da área, foram tomadas como base fundamental as unidades geocológicas, identificadas, caracterizadas e delimitadas na fase de campo e análise.

O objetivo do diagnóstico pauta-se em esclarecer o estado em que se encontram as paisagens como resultado do uso e exploração de seus recursos e serviços ambientais. Para

determinação do diagnóstico foram realizadas a avaliação do estado geocológico das paisagens e a determinação da degradação e situação ambiental das paisagens, identificando os principais problemas ambientais registrados na área pesquisada que pode ser utilizado para fins de planejamento ambiental.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) revelam que os processos geocológicos naturais como erosão, deflação, perda da biodiversidade, degradação do solo etc e entre os processos geocológicos de interação (formados pela influência decisiva da ação antrópica) como contaminação (do solo, atmosférica e da água), alteração dos recursos hídricos etc.

No presente estudo para a determinação da situação geocológica da paisagem da BHRG foi utilizado duas classes de impacto: Natural (erosão, deflação, perda da biodiversidade, redução do nível de água subterrânea, laterização, inundações, salinização, etc) e de Interação (contaminação do solo, água, atmosfera, alteração dos recursos hídricos, perda da qualidade visual da paisagem, degradação da vegetação dos solos e pastos).

A partir da análise dessas classes em campo foi considerado a situação geocológica de cada unidade da paisagem, determinada pelo nível de impacto observado e categorizado de acordo com a metodologia determinada por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), considerando-se nesta pesquisa os seguintes parâmetros:

- Estável ou não alterado: conserva-se a estrutura original, não havendo problemas ambientais significativos que deteriore a paisagem, uma vez que o nível dos processos geocológicos tem um caráter natural.

- Medianamente estável (sustentável): refletem poucas mudanças na estrutura, incidindo alguns problemas de intensidade leve a moderada, que não alteram o potencial natural e a integridade do geossistema.

- Instável (insustentável): fortes mudanças da estrutura espacial e funcional, de tal maneira que não consegue cumprir as funções ecológicas, porém parte do geossistema, mesmo assim conserva a integridade, mesmo com um declínio na produtividade e que esta provavelmente se perca no curso de uma geração;

- Crítico: perda parcial da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas, manifestando-se um número significativo de problemas ambientais de forte intensidade.

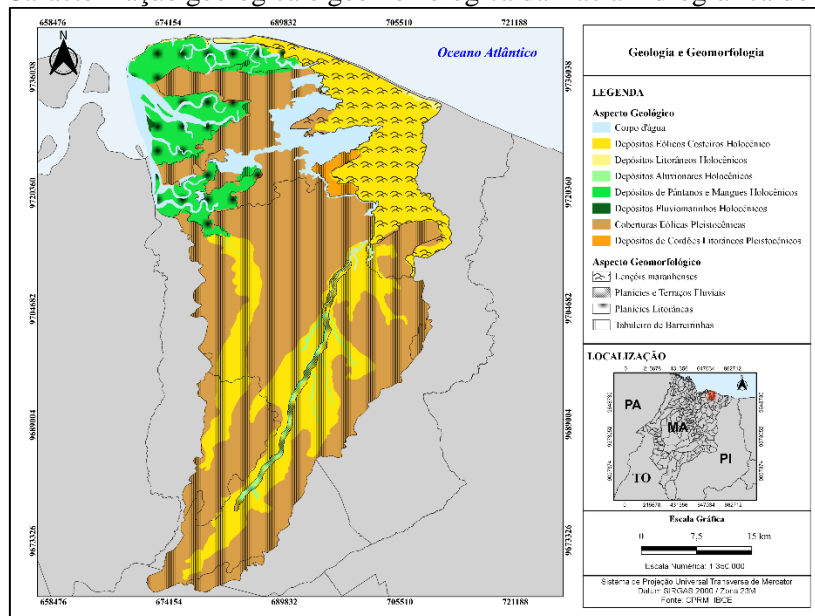
- Muito crítico: perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional. O geossistema não está em condições de cumprir as funções geocológicas, no qual foi perdido qualquer potencial de recurso, não sendo adequadas atualmente para nenhum uso humano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condicionantes da paisagem

A composição geológica visível na área de estudo, está quantificada em sua maioria no período quaternário, basicamente no Holoceno, composta principalmente por depósitos litorâneos, pântanos, aluvionares e eólicos, este último compõe a área do campo de dunas sobre o tabuleiro e avança sobre a planície fluvial do rio Grande. A formação do tabuleiro predomina-se o aspecto litoestratográfico da formação Barreiras ainda no terciário e coberturas, tornam-se o principal componente formador do tabuleiro, podendo ser observado cordões litorâneos pleistocênicos e depósitos eólicos pleistocênicos (Lima *et al.*, 2024). A base litoestratográfica presente na BHRG e no seu entorno está associada às unidades geomorfológicas como pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 - Caracterização geológica e geomorfológica da Bacia hidrográfica do Rio Grande



Fonte: CPRM; IBGE (2022). Dados da pesquisa (2024).

Segundo Vasconcelos *et al.* (2004); Gastão e Maia (2010) na costa leste maranhense os depósitos sedimentares quaternários sobrepõe-se a sul à Formação Itapecuru, datado em idade cretácea e a leste à Formação Barreiras, atribuídas ao Neógeno e à Bacia sedimentar de Barreirinhas, da qual teve a evolução tectônica apresentando reflexos em reativações neotectônicas durante o quaternário.

Geologicamente, a bacia sedimentar Cretácea de Barreirinhas, conta com a presença de duas unidades estratigráficas bem definidas: a formação Barreiras e os Depósitos Aluvionares.

Na porção leste da cidade são encontrados correspondentes a depósitos eólicos a porção a leste da cidade de Barreirinhas corresponderia a depósitos eólicos, sem morfologia preservada, do Pós-Barreiras, mais antigos que os depósitos com feições eólicas preservadas no sudeste da área como pertencem a Formação Barreiras (Almeida-Filho *et al.*, 2009; Gastão; Maia, 2010).

Os depósitos quartzosos litorâneos marinhos e eólicos estão presentes por toda a extensão da costa, são preenchidos por sedimentos compostos por areias quartzosas finas e muito finas, modeladas pela ação eólica. O campo de dunas ativas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) é formado por esse depósito litorâneo e com ação eólica, resultado de um processo de sedimentação ocorrido no quaternário, estabilizados uma grande área de dunas ativas (dunas móveis) e um campo de paleodunas circundantes com sua formação advinda a partir da formação barreiras, no qual os eventos de tectônica sedimentar ocorridos no plio-pleistoceno (Suguio, 2017).

As unidades geomorfológicas associadas a formação geológica presente na BHRG podemos observar a planície fluvial do rio Grande, a planície litorânea e o tabuleiro de Barreirinhas (Figura 2). As planícies fluviais e terraços fluviais associadas principalmente aos depósitos aluvionares, formados por depósitos do rio principal (rio Grande).

As planícies fluviais são formadas pela ação das águas doces confinadas nos canais dos rios e por fluxos contínuos, descontínuos e intermitentes, a planície fluvial pode ser caracterizada como área formada pela planície de inundação, terraços, encostas, podendo aparecer diques marginais (Magalhães Jr; Barros, 2020).

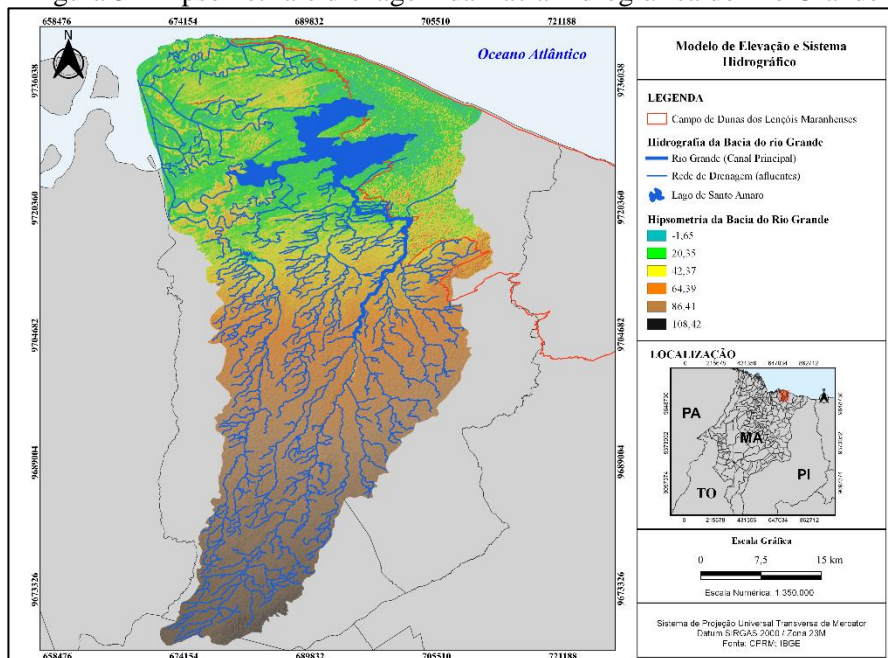
Enquanto a planície litorânea encontrada na BHRG é modelada por agentes e processos marinhos e fluviomarinhos que dão origem às praias, mangues, vasas, pântanos, apicuns e lagunas, essas características são visíveis em todo o litoral oriental do Maranhão.

O Tabuleiro de Barreirinhas (Tabuleiro litorâneo) presente na área de estudo constitui a maior unidade litoestratigráfica da BHRN. Esse tabuleiro possui grande parte sustentada por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras, abrangendo diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origem eólica e representa a mais extensa área de sedimentação eólica de idade quaternária no Brasil. Geralmente sustentados por rochas sedimentares com pouca litificação e caracterizados por formas de relevo tabular com extensos topos planos, com predominância de processos de pedogênese e formação de solos espessos, bem drenados e com pouca tendência a processos erosivos. Este cenário foi propício a formação dos imensos campos de dunas situados em grande parte acima deste tabuleiro e se estendem por 50 a 120 km para o interior (Soares; Santos; Szlafsztein, 2020).

As modificações progressivas durante o período Pleistoceno-Holoceno recente foram influenciadas pelas flutuações do nível do mar, no qual podem ser também encontradas paleodunas a uma distância de aproximadamente 160km da costa com deslocamento preferencial NE/SW e áreas de vegetação bem desenvolvida que atenuam o impacto do vento e o fluxo de sedimentos (Gorayeb *et al.*, 2020).

A BHRG, seu rio principal nasce entre 84 e 100m de altitude, com a junção do rio Alegre e Rio das pedras, suas drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando no Lago de Santo Amaro. O rio Grande possui como afluentes o rio Queixada, rio Alegre, rio das Pedras, rio Bacabinha entre outros, representados na Figura 3.

Figura 3 - Hipsometria e drenagem da Bacia hidrográfica do Rio Grande



Fonte: CPRM; IBGE (2022). Dados da pesquisa (2024).

Na BHRG, o terreno possui características distintas, no qual no baixo curso da bacia, o relevo apresenta baixa declividade, com características hídricas bastante heterogêneas e drenagem de canais efêmeros e intermitentes devido à tipologia sedimentar porosa (areia), no médio e alto curso do rio Grande. Nas áreas úmidas adjacentes ao Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, os canais de drenagem de médio porte são principalmente perenes, com vales rasos de drenagem interdunares (Machado *et al.*, 2023).

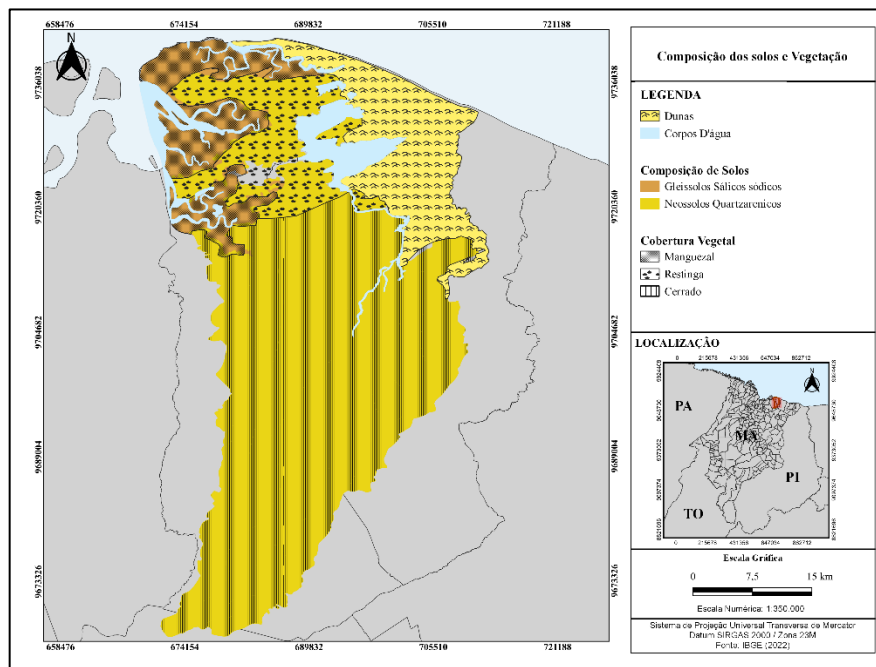
A Pluviometria dessa bacia, nos últimos 40 anos variou entre 421.000 mm e 543.000 mm entre os anos de 1981 – 2023, de acordo com os dados do TerraClimate. Pode-se observar que as áreas de nascentes dos rios principais das bacias hidrográficas, a pluviosidade foi mais

intensa e na área do campo de dunas do parque, diminuiu. Entretanto, pode ser considerada uma área com bastante humidade, fugindo totalmente da característica de deserto, apesar da aparência arenosa.

Segundo o Inmet (2020), a precipitação média anual na região é de 2.000 mm, sendo que os dois períodos distintos são uma estação chuvosa, que normalmente ocorre entre janeiro e junho, e uma estação seca entre agosto e dezembro.

As classes de solo encontradas na BHRG são os Neossolos Quartzarênicos que compõem a maior parte da área de estudo e Gleissolos salícos sódicos na área das planícies litorâneas, estando amplamente vinculados ao tipo de cobertura vegetal, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Composição dos solos e cobertura vegetal da Bacia hidrográfica do Rio Grande.



Fonte: IBGE (2022). Dados da pesquisa (2024).

O Neossolo Quartzarênico Órtico, ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresentando textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. Pelo relevo característico não há uma ocorrência muito alta de processos erosivos devido à textura ser essencialmente arenosa. Segundo a Santos (2018) neste tipo de solo não pode ser considerado sensato o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola. Por serem áreas muito arenosas e de fácil mobilização de sedimentos, é salutar que sejam destinadas à proteção ambiental, porém como se trata do perfil órtico não apresentam restrição ao uso e manejo.

O campo de dunas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses formou-se inicialmente acima deste tipo de solo, sendo resultado de um processo de sedimentação ocorrido no quaternário, estabilizados uma grande área de dunas ativas (dunas móveis) e um campo de paleodunas circundantes com sua formação advinda a partir da formação barreiras, no qual os eventos de tectônica sedimentar ocorridos no plio-pleistoceno; que ocasionaram o soerguimento da faixa litorânea e conseqüentemente a modelagem da rede de drenagem e erosão da Formação Barreiras, bem como o aprofundamento dos vales e mais recentemente, no período Quaternário, os eventos de transgressão marinha e o aporte de sedimento para a formação de dunas; são os responsáveis pela formação do atual cenário da zona costeira da região (Gastão; Maia, 2010).

A cobertura vegetal para esse solo na área de estudo é o Cerrado, sendo definido paisagisticamente de várias formas fitogeográficas, variando dos campos limpos (vegetação herbácea) até o cerradão (porte florestal). Nas formas savânicas, expõem-se num arranjo de campo sujo, campo cerrado, cerrado sensu stricto, que representam incontestáveis ecótonos nas suas formas vegetacionais (IMESC, 2021).

Outra composição de vegetação presente em Neossolos Quartzarênicos órticos no tabuleiro e acima de áreas paleodunares em áreas que sofrem influência marinha, são as restingas, denominada restinga arbustiva, que ocorre em baixas densidades em forma de arbustos dispersos devido ao baixo teor de umidade do solo e baixa disponibilidade de nutrientes, possuindo espécies como *Humiria balsamifera* (“umiri”) e *Byrsonima* sp (“murici”) ocorrem nesta região (Amaral *et al.*, 2019).

A cobertura vegetal acima dos Gleissolos sálcos sódicos a noroeste da bacia, são os manguezais, esta tipologia de solo possui cobertura vegetal de influência fluvio-marinha, caracterizada como manguezais. Esta vegetação está localizada na planície litorânea principalmente no rio da Baleia e uma pequena parte na foz do rio Alegre, localizados na BHRG, entre a área de campos de dunas dos lençóis maranhenses e as paleodunas cobertas por restingas.

Na BHRG pode-se encontrar formas de ocupação e uso da terra com potencial para modificação da paisagem, uma vez que, ao modificar a superfície da terra insere-se um novo condicionante paisagístico que auxilia na composição das unidades geocológicas (Figura 5).

Ao norte da BHRG tem-se a vasta área pertencente a Unidade de Conservação de proteção Integral, que é o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, prezando a integridade de sua conservação, conforme a delimitação cartográfica instituída por esferas federais e

estaduais, tanto em ambientes florestais quanto em ambientes campestres dos quais independem dos tipos de fitofisionomias presentes, bem como em ambientes costeiros (ICMBIO, 2018).

Outro destaque na área da bacia é a área urbana que compreende as sedes dos municípios de Santo Amaro do Maranhão e Primeira Cruz define como área de uso intensivo, estruturada por edificações e sistemas viários, com a predominância de superfícies artificiais não agrícolas, entre as sedes podemos encontrar as áreas urbanizadas mais extrativismo vegetal, no qual definem-se as áreas não localizadas no perímetro urbano municipal. Segundo o IMESC (2021) quanto mais distantes do núcleo urbanizado maior a presença de áreas de cultivo. Assim, nesta classe de uso estão presentes: as comunidades rurais, os povoados, os assentamentos rurais (federal e/ou estadual) e as comunidades quilombolas.

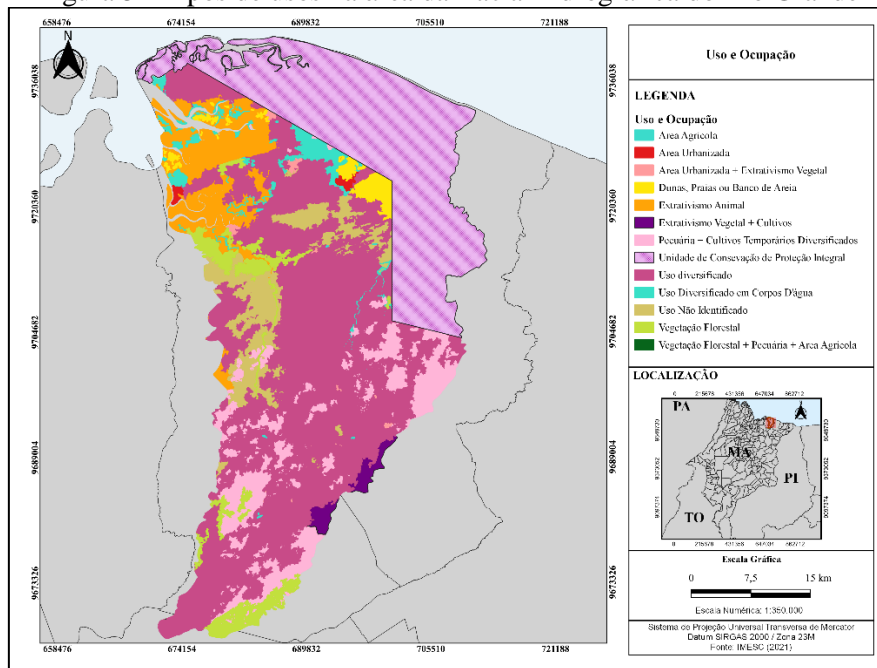
A área da bacia que corresponde ao Tabuleiro de Barreirinhas prevalece os usos diversificados, totalizando a maior parte de acordo com o IMESC (2021) o uso diversificado em área campestre, compreendido pela tipologia de ocupação e de uso do solo diversificado, com atividade rural consolidada incluindo em alguns casos pequenos núcleos reconhecidos como agrovilas que apresenta diversificação de sistemas de produção que inclui: agroindustriais, atividades agrosilvipastoris, extrativismo, turismo rural e de subsistência em pequenas áreas com baixo nível tecnológico de produção e investimento e exploração vegetal.

Outros tipos de uso diversificado, corresponde às áreas descobertas que apresentam mais de três usos e estão em áreas próximas de usos consolidados e uso diversificado em corpo d'água continental que compreende à diversificação de atividades em corpo d'água continental tanto para uso consuntivo quanto para uso não consuntivo.

Nas áreas de manguezais identificamos extrativismo animal (atividades de pesca e coleta de caranguejos), ao leste e sul da BHRG há variadas tipologias de ocupação como cultivos temporários diversificados, pecuária mais extrativismo vegetal que caracteriza-se pela multiplicidade de usos da terra envolvendo diversos tipos de atividades agropecuárias, com predominância de cultivos temporários com a presença da pecuária de diversos portes e extrativismo vegetal, geralmente ocorrendo em pequenas propriedades rurais de produção familiar, cultivos permanentes diversificados que consiste na multiplicidade de uso agrícola

Todas as classes de uso e ocupação da terra no limite da Bacia Hidrográfica do Rio Grande pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Tipos de usos na área da Bacia Hidrográfica do Rio Grande



Fonte: IMESC (2021). Dados da pesquisa (2024).

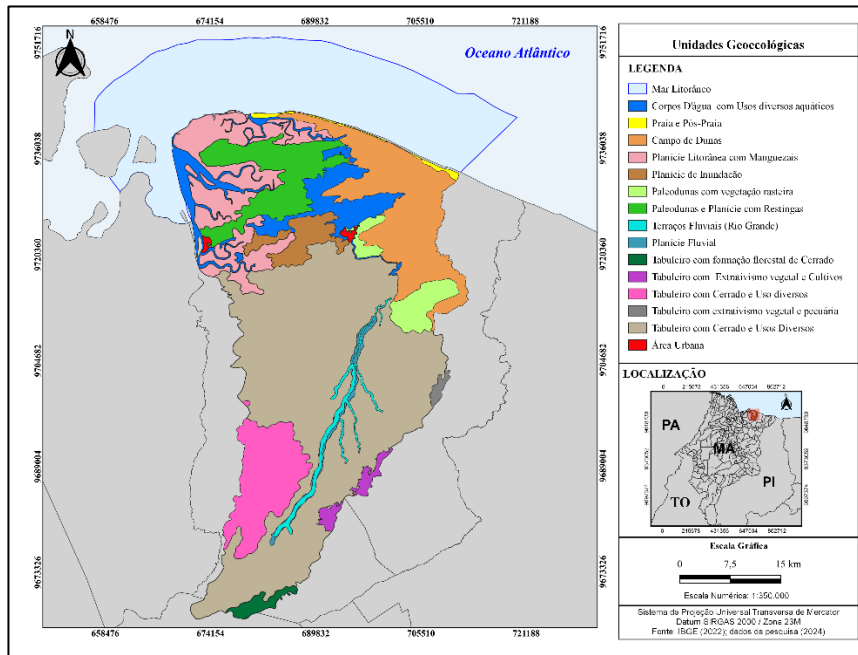
Todos os elementos que compõe os geossistemas da BHRG integraram-se permitindo a análise paisagística de maneira a compor paisagens únicas, uma vez associadas a ação antrópica que pode potencialmente modificar a paisagem em determinada unidade.

A partir da análise da interação entre os elementos da paisagem dentro do enfoque geossistêmico, elaborou-se o zoneamento geocológico, demonstrado através das unidades geocológicas da área de estudo.

Diagnóstico ambiental das unidades geocológicas

As UG's identificadas na BHRG foram o mar litorâneo, Praia e pós praia, Campo de Dunas, Corpos d'água continental, Planície litorânea com manguezais, Planície de inundação, Paleodunas com vegetação rasteira, Planície com paleodunas e vegetação de restinga, Terraços fluviais, Tabuleiro com formação florestal de cerrado, Tabuleiro com extrativismo vegetal e cultivos, Tabuleiro com Cerrado e usos diversos, Tabuleiro com extrativismo vegetal e pecuária e Área urbanizada (Figura 6).

Figura 6 - Unidades geocológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Grande



Fonte: IBGE (2022); Dados da pesquisa (2024).

A UG mar litorâneo foi pré-determinada no plano de manejo do Parque nacional dos Lençóis Maranhenses, sendo medida toda a área oceânica que exerce influência na costa do litoral oriental do Maranhão. Na área correspondente a planície litorânea foi dividida em três UG's, Praia e pós-praia, Campo de dunas e planície recoberta com manguezais (fluviomarinha). A planície Litorânea na área da BHRG inicia sua formação no rio da Baleia, componente da Bacia do rio Grande, a partir de processos combinatórios entre os agentes fluviais e marinhos, caracterizando-se por feições de acumulação, com formas de relevo plano, constituída por trechos de um rio que estão sujeitos às variações decorrentes de marés, denominando-se estuários.

A UG planície de inundação, localiza-se entre o rio Alegre e o Lago do Santo Amaro no qual desagua o rio Grande, sendo recoberta por restingas e faz interface com a planície fluviomarinha, em época chuvosa, é uma área sujeita a inundações pelos rios Alegre e Grande, e que recebe certa salinidade advinda dos fluxos de marés. Devido as suas características não possui ocupação, apenas algumas atividades de uso diversificado em área campestre e aquática.

A unidade Planície e Terraço fluvial localizada no vale do rio Grande, formada a partir das antigas planícies de inundação que foram abandonadas, constituindo a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada ao longo do canal principal do Rio Grande. Nessa UG se insere os elementos morfológicos do vale internamente, em direção ao canal fluvial, limitando-

se por uma escarpa. Do lado externo, por uma topografia mais elevada, representada por escarpas de terraços mais altos ou pela vertente do vale.

As UG's Paleodunas com vegetação rasteira, Planície com paleodunas e vegetação de restinga são recobertos por vegetação de influência marinha ao leste e oeste do Lago de Santo Amaro, essa unidade faz interface com o campo de dunas, planície fluvio-marinha e planície de inundação, estando localizadas sete comunidades nesta unidade, incluindo a comunidade de Travosa que possui um grande potencial turístico. A cidade de Santo Amaro do Maranhão, está situada nesta unidade geocológica, inclusive com grande fluxo de atividades turísticas, pois funciona como um portal para o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e a cada ano vem crescendo em população e especulação imobiliária.

A unidade Tabuleiro recoberto por Cerrado e Usos em Área Campestre, é considerado a área que apresenta características paisagística em áreas de cobertura vegetal de estrato herbáceo ou arbustivo, com atividade rural consolidada incluindo em alguns casos pequenos núcleos reconhecidos como agrovilas que apresenta diversificação de sistemas de produção como atividades agrosilvopastoris, extrativismo, turismo rural entre outros. Enquanto a UG de Tabuleiro recoberto por Cerrado e Usos Diversos, constitui a maior UG da área de estudo apresentando ocupações pontuais com poucas residências, pequenos povoados e a maior parte das comunidades tradicionais, totalizando treze, no qual fazem um uso diversificado entre pecuária e cultivos em propriedade familiar no contexto atual. A vegetação representada por espécies arbustivas e arbóreas em áreas mais dispersas e em outras mais conservadas dentro do espectro do cerrado maranhense.

A UG Tabuleiro com Formação Florestal de Cerrado, fica no extremo sul da BHRG e corresponde a parte do tabuleiro que é recoberta por cerradão e matas, localiza-se na área com grandes quantidades e nascente de rios afluentes do rio Grande. As últimas UG's no tabuleiro são tabuleiro com extrativismo vegetal e cultivo, tabuleiro com extrativismo vegetal e pecuária e o tabuleiro com cerrado e uso diverso em área campestre. Estas UG's se assemelham por ainda estarem recoberta com cerrados, porém com atividades de coletas ou agricultura familiar, assim como criação extensiva ou semi-intensiva de animais de pequeno porte.

Para realizar o planejamento ambiental de determinada área de estudo, inicialmente deve-se ter um diagnóstico sobre a situação atual da paisagem e se ainda conservam sua capacidade de funcionamento ou se perderam sua capacidade de autorregulação. Na BHRG pode-se perceber que as UG's ainda mantem sua capacidade de funcionamento, apesar de algumas intervenções antrópicas (Quadro 1).

Quadro 1 - Diagnóstico ambiental das unidades geológicas das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Grande

| Unidade geológica da paisagem | Tipo de paisagem | Situação geológica da paisagem | Descrição do estado |
|---|------------------|--------------------------------|---|
| Mar Litorâneo | Marinha | Estável | Ausência de atividades antrópicas |
| Praia e Pós-praia | Litorânea | Estável | Ausência de atividades antrópicas |
| Campo de dunas | | Estável | Atividades de turismo |
| Planície litorânea com Manguezais | | Estável | Presença de comunidade tradicional |
| Planície Fluviomarina | | Estável | Ausência de atividades antrópicas |
| Planície com Paleodunas e Restingas | | Estável | Poucas atividades antrópicas |
| Planície e terraços Fluviais | Fluvial | Estável | Poucas atividades antrópicas |
| Planície de inundação | | Estável | Poucas atividades antrópicas |
| Paleodunas com vegetação rasteira | Continental | Estável | Presença de comunidades tradicionais |
| Tabuleiro com Cerrado e usos diversos (| | Medianamente estável | Uso antrópico para atividades agropecuárias |
| Tabuleiro com extrativismo vegetal | | Medianamente estável | Uso antrópico para atividades agropecuárias |
| Tabuleiro com formação Florestal | | Estável | Ausência de atividades antrópicas |
| Área Urbana | | Instável | Atividades e predominância de superfícies artificiais não agrícolas |

Fonte: Autoria própria (2024).

As paisagens marinhas e litorâneas podem ser consideradas em situação estável, devido a pouca alteração no fluxo dinâmico dessas UG's, no qual a maioria possuem ausência ou pouca atividade antrópica, com exceção de áreas pontuais na UG Campo de Dunas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, onde há considerável ação antrópica voltada ao turismo, principalmente na área das lagoas. Essa UG possui a tendência de modificação devido a intensa ação de ventos sobre as dunas móveis (natural), podendo ser acelerado o transporte com a ação antrópica (interação). Entretanto em áreas do campo de dunas pode ser considerado medianamente estável, pois a intensa ação turística ocorre só em determinada época do ano, considerando-se então atividades de baixo risco para o fluxo dinâmico da paisagem.

A paisagem fluvial na área de estudo é considerada estável principalmente devido as suas características do relevo e a possibilidade de inundação em períodos chuvosos, podendo apenas ser utilizado para alguma finalidade agrícola, mas que não interfere nos serviços ecossistêmicos ou a dinâmica agroambiental destas unidades.

Em contra partida, a paisagem continental pode ser considerada medianamente estável por interação, com exceção da UG Tabuleiro com formação Florestal, considerada estável por apresentar características ambientais com a composição original. As demais unidades do tabuleiro possuem atividades que podem potencialmente interferir no estado funcional dessas unidades, devido as atividades agropecuárias e cultivos diversificados, uma vez que a forma de cultivo é a roça de toco, que realiza queimadas para a limpeza da área. Entretanto, até os momentos atuais não foram constatadas grandes alterações na paisagem de forma que comprometa sua manutenção, devido a este fato, são consideradas apenas medianamente estável.

Foi observado a classificação de “instável” apenas na UG área urbana que corresponde as sedes de Santo Amaro e Primeira Cruz, significando que essas já possuem alterações no funcionamento e equilíbrio do sistema, apesar de ainda não o comprometer totalmente. Em relação a unidade de conservação presente no município ainda é preciso considerar as ações modificadoras ocorridas no entorno da zona de amortecimento, tendo em vista as atividades que ocorrem no entorno têm influência direta na dinâmica e modificação dos aspectos naturais e sociais. O crescimento das cidades de Santo Amaro do Maranhão e Primeira Cruz, que avança para o entorno desses núcleos urbanos, ocorre devido intenso crescimento de especulação imobiliária voltada ao turismo, entretanto as atividades desenvolvidas nas sedes ainda não são consideradas conflitantes por não estarem alocadas dentro da zona de amortecimento do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e devido ao fato de conseguir licenciamento para as construções, entretanto esta atividade pode ocasionar interrupção da dinâmica geoambiental podendo afetar a unidade de conservação.

Segundo o ICMbio (2018), a implantação do Pólo Ecoturístico dos Lençóis Maranhenses tem gerado especulação imobiliária na região do parque e na área de amortecimento, com tendências de expansão turística e construção de casas de veraneio e complexos turísticos em zonas de criticidade ambiental constituídas por dunas, praias e restingas, com expropriação da população nativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O equilíbrio de uma paisagem é dependente da realização das suas funcionalidades e relação direta entre a interação dos elementos que o constitui, como a geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal, hidrografia e condições climáticas e atualmente outro elemento determinante nesta relação são os fatores antrópicos, como o uso e ocupação. Estas bases são

fundamentais para a elaboração de propostas de planejamento ambiental, respeitando o funcionamento e manutenção de cada sistema ecológico e sociocultural.

Na BHRG as unidades geológicas ainda mantêm seu valor específico para o equilíbrio e funcionamento do sistema, entretanto é necessário a elaboração de propostas para a diminuição dos efeitos das pressões antrópicas sobre essas unidades, visando a melhoria das ações de desenvolvimento regional e local de forma participativa, principalmente tratando-se da especulação imobiliária, turismo e atividades agropecuárias, que se demonstraram grandes potencialidades da área de estudo, devendo ser regulados por meio da aplicação das estratégias de gestão, que abrange a qualidade ambiental, aliada a qualidade de vida e atividades humanas.

REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia do Estado do Maranhão. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 3, n.5, p. 35-45, abr. 1960.

AB´SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 7. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012, p. 159.

ALMEIDA-FILHO, R.; ROSSETTI, D.; MIRANDA, F. P.; FERREIRA, F. J. F.; SILVA, C.; BEISL, C. H. Quaternary reactivation of a basement structure in the Barreirinhas Basin, Brazilian Equatorial Margin. **Quaternary Research**, v. 72, p. 103-110, 2009.

ALVES, J. E. D. População, desenvolvimento e sustentabilidade: perspectivas para a CIPD pós-2014. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 219-230, jan./jun. 2019.

BRASIL. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 19 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 28 jun. 2023.

BRASIL, G. V. D. S. BEZERRA, D. D. S. JANSEN, T. R. S. SILVA, T. D. D. MENDES, K. C. (2017). Análise da evolução legal da proteção dos recursos hídricos no estado do Maranhão. **Revista Uningá**, [S.l.], v. 51, n. 3, 2017.

FEITOSA, A. C. Relevo do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6.; REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY. 2006, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia, Go: UFG, 2006. p. 1-11.

GASTÃO, F. G. C.; MAIA, L. P. O uso de dados da missão SRTM e sedimentológicos nos estudos de geomorfologia e padrões de drenagem na região dos Lençóis Maranhenses. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S.l.], v. 62, n. 2, 2011. DOI: 10.14393/rbcv62n2-43676.

Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43676>.
Acesso em: 29 dez. 2024.

GORAYEB, A.; SILVA, E. V. da.; SOARES, L. S.; CARVALHO, R.G. de; RABELO, F. D. B.; LANDIM NETO, F. O.; FARIAS, J. F.; SOPCHAKI, C. H. Planning and Management of the Estuarine Zones of the Coastal Regions of Northern-Northeastern Brazil: An Approach Based on Landscape Geocology. **Journal of Coastal Research**, [S.l.], v. 95, p. 814-818, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. @Cidades, 2022.
Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> . Acesso em: 23 mar. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. **Unidades de Conservação**, 2018. Disponível em: www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html. Acesso em: 09 mar.2024.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS - IMESC. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE-MA): meio físico-biótico – etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro**. 2. ed. v.1. São Luís: IMESC, 2021.

JESUS, V. C.; BARRETO, H. N. Padrão de Drenagem, um Resgate Conceitual como Subsídio à Classificação da Bacia do Rio Preguiças–MA. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 25, n. 4, 2021.

LIMA, C. G.; FRANÇA, D. V. B.; SILVA, Q. D. da; SANTANA, R. G.; MACIEL, D. S. Mapeamento dos níveis taxonômicos das unidades de relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Pimenta, Ilha do Maranhão–MA (Brasil). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, [S.l.], v. 5, n. 1, 2024.

MACHADO, A. M. B.; SILVA, E. V.; SOARES, L. S.; BANDEIRA, A. M.; CASTRO, A. C. L.; BORGES, J. O.; SERRA, L. A.; SOARES, L. A.; SANTIAGO, D. R. Geo-environmental Analysis of Watersheds on the Eastern Coast of the State of Maranhão, Brazil and Interface with Lençóis Maranhenses National Park. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 16, n. 01, p. 227-250, 2023.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. DE PAULA; BARROS, L. F. B. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

NASH, R. F. **Wilderness and the American Mind**, 5 ed. New Haven: Yale University Press, 2014.

PINTO, R. S.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Honey pollen spectra of two species of stingless bee (Apidae: Meliponini) in Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. **Grana**, [S.l.], v. 60, n. 3, p. 217-230, 2020.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza; Imprensa Universitária, 2022.

SANTOS, J. H. S.; SILVA, J. X. Datação e evolução dos campos de dunas eólicas inativas dos Lençóis Maranhenses. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, 13., 2009, Viçosa-MG. *Anais [...]*, Viçosa-MG, 2009, v. 1. p. 1-17.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SOARES, I. G.; SANTOS, L. C. A.; SZLAFSZTEIN, C. F. Aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do Rio Preto–MA: uma ferramenta para a gestão ambiental. *Ciência Geográfica*, v. 24, n. 3, p. 1105-1128, 2020.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

VASCONCELOS, A. M.; VEIGA JÚNIOR, J.; COLARES, J. Q. S.; RIBEIRO, J. A. P.; GOMES, I. P.; MEDEIROS, M. F.; FORGIARINI, L. L., Folha SA.23-São Luís. *In: SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, G. M. M.; VIDOTTI, R. M.; RAMOS, M. A. B.; JESUS, J.D.A. (ed.). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM, 2004.*

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao financiamento da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP: Bolsa de Formação Acadêmica - Doutorado.