

## ANÁLISE DAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SANTO AMARO DO MARANHÃO

### ANALYSIS OF GEOECOLOGICAL UNITS FOR ENVIRONMENTAL PLANNING IN THE MUNICIPALITY OF SANTO AMARO DO MARANHÃO

Jordane de Oliveira Borges<sup>1</sup>  
Edson Vicente da Silva<sup>2</sup>  
José de Ribamar Pinheiro Junior<sup>3</sup>  
Maria Rita Vidal<sup>4</sup>  
Leonardo Silva Soares<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: jordane.o.borges@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: cacauceara@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: pinheirojosejr@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa). E-mail: ritavidal@unifesspa.edu.br

<sup>5</sup> Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: leonardo.soares@ufma.br

**RESUMO:** O município de Santo Amaro do Maranhão se destaca pela composição e características fisiográficas, paisagísticas e pelo Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Neste sentido, o objetivo deste texto é analisar a dinâmica ambiental e socioeconômica a partir da compartimentalização da paisagem em unidades geoecológicas com base em uma abordagem da Geoecologia das Paisagens. Foram constatadas 11 unidades, nas quais se compõe as paisagens marinha, litorânea, fluvial e continental. Essas unidades e tipos de paisagem foram consideradas estáveis e medianamente estáveis. Cada unidade geoecológica tem seu valor específico para o equilíbrio e funcionamento do sistema.

**Palavras-chave:** Diagnóstico. Elementos paisagísticos. Geoecologia. Paisagem. Pressões.

**ABSTRACT:** The municipality of Santo Amaro do Maranhão stands out for its composition and physiographic and landscape characteristics and for the Lençóis Maranhenses National Park. In this sense, the objective of this text is to analyze the environmental and socioeconomic dynamics based on the compartmentalization of the landscape into geoecological units based on a Geoecology of Landscapes approach. 11 units were found, comprising marine, coastal, river and continental landscapes. These landscape units and types were considered stable and moderately stable. Each geoecological unit has its specific value for the balance and functioning of the system.

**Keywords:** Diagnosis. Geoecology. Landscape. Landscape elements. Pressures.

**Sumário:** Introdução – 1 Procedimentos Metodológicos – 2 Resultados e Discussão – Considerações – Referências.

## INTRODUÇÃO

Em uma escala global, a intensa ocupação antrópica das regiões costeiras visa os mais diversos usos, causando consequências drásticas de degradação a estas regiões. Surge então a necessidade de proteção desses ambientes costeiros, com implementação de Unidades de Conservação (UC) para a proteção desse ambiente que muitas vezes possui características singulares (Zhai et al., 2020).

O litoral brasileiro possui 7.367 quilômetros de linha de costa, sem levar em consideração os recortes como, por exemplo, baías, reentrâncias e deltas, que diversificam significativamente sua extensão, elevando-a para mais de 8,5 mil km

(Vitte, 2003). A sua gênese em relação à sua posição geográfica e orientação da linha de costa, resultou, em grande parte, da reativação pós-paleozóica que deu origem às bacias sedimentares tafrogênicas e à própria gênese do Oceano Atlântico e as alterações mais localizadas são dadas por progradação sedimentar, visto que para que ocorresse a evolução das planícies costeiras, as flutuações do nível relativo do mar ocorreram no período Quaternário (Tessler; Goya, 2005).

O litoral do Maranhão possui a mesma composição, apresentando feições típicas das litologias dominantes em bacias sedimentares do Quaternário submetidas a longos períodos de atividades dos agentes externos, modelando as formas das superfícies erosivas e deposicionais (Ab´Saber, 1960). O litoral oriental do Maranhão tem adquirido destaque pela composição e características fisiográficas e paisagísticas, no qual se destacam grandes UC como o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), A Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pequenos Lençóis e o Delta do Parnaíba. O PNLM merece destaque em decorrência de sua importância socioeconômica, ecológica e hídrica para as bacias hidrográficas que abrangem a região.

Essa UC possui superfície considerável no município de Santo Amaro do Maranhão, sendo considerado um dos portais para o parque e a cada ano tem aumentado a quantidade de visitas à sede devido ao turismo e especulação imobiliária. O PNLM, segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) é uma área considerada representativa para o Sistema Nacional das Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), além de ser fundamental para a manutenção dos processos ecológicos das comunidades, oferecendo interesse especial do ponto de vista científico, cultural, educativo e recreativo (ICMBio, 2020).

O aumento nas atividades turísticas e socioambientais no município tem gerado preocupação com questões ambientais na comunidade científica e comunidades tradicionais, motivando estudos e metodologias que permitam a compreensão da dinâmica geoambiental, com objetivos voltados para o planejamento e a gestão ambiental. Entre os métodos de análise, destaca-se a aplicação da Geoecologia das Paisagens como subsídio ao planejamento ambiental, a partir de diferentes eixos investigados (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

No município de Santo Amaro do Maranhão, a área do PNLM possui plano de manejo que tem o objetivo apresentar as diretrizes de gestão da UC. Entretanto, torna-se essencial para o município o estabelecimento de modelos propositivos de planejamento e gestão com uma interpretação interdisciplinar, norteadas pela Geoecologia da Paisagem, em razão do aumento das pressões, principalmente pela intensa atividade no setor turístico, que após investimentos tende a aumentar o fluxo de atividades antrópicas na área.

Assim, percebe-se que a área natural do município de Santo Amaro do Maranhão apresenta situação ambiental instável e com diferentes níveis de complexidades, cujo planejamento e gestão dependem de uma avaliação sistêmica que pode subsidiar o entendimento do estado ambiental e grau de sustentabilidade das unidades territoriais. Diante disso, esta pesquisa busca analisar a dinâmica ambiental e socioeconômica a partir da compartimentalização da paisagem em unidades geoecológicas (UG) do município de Santo Amaro do Maranhão.

## **1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa que originou este artigo realizou uma abordagem metodológica sistêmica e complexa de ordem quantitativa e qualitativa, tendo o município de Santo Amaro do Maranhão como uma unidade territorial, baseada na proposta de Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2022). Trazendo o enfoque funcional para o estudo da Paisagem com o estudo de UG existentes, caracterizado pela homogeneidade das condições naturais em cada nível taxonômico. As fases metodológicas se baseiam na análise histórico natural, sendo compostas pelas seguintes etapas: organização, inventário, análises e diagnóstico.

### **a) Organização e Inventário**

Na fase de organização foram delineados 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. Para que se entendesse o município de Santo Amaro do Maranhão, como um sistema integrado que dispõe de inter-relações entre os seus componentes, foi necessário delimitar os sistemas marinhos, litorâneos, fluvial e terrestre.

A pesquisa foi realizada em escala local, entretanto por ser analisado toda a extensão de um município foi feito em escala de 1:250.000, compreendendo todo o município de Santo Amaro do Maranhão, localizado no litoral oriental do Maranhão que constitui a grande unidade paisagística, analisado como principal recurso para o entendimento das relações sistêmicas que se pontuam a nível local.

Na fase de inventário da pesquisa 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 geocologia das paisagens no município de Santo Amaro do Maranhão.

Associado às consultas bibliográficas, foram realizados trabalhos de campo para reconhecimentos iniciais, levantamentos e identificação de elementos e condicionantes da paisagem e possíveis problemas ambientais e interação antropogênica no município, no qual trouxeram suporte à elaboração dos mapas, tabelas, perfis e cenários na fase posterior.

Na etapa de campo incluíram o georreferenciamento das características naturais e antropogênicas utilizando um *Garmin Etrex 20 Global Positioning System* (GPS), que foram fotografados com câmera digital profissional. As Fotos aéreas foram capturadas com drone DJI Phantom-4, como etapa de validação laboratorial, voando de 50 a 90m de altura. A partir do levantamento foram confeccionados mapas de unidades da paisagem, que serviram como documento base para outros mapas temáticos para complementação do planejamento ambiental.

As fontes cartográficas utilizadas para os limites regional, local e tipológico do Município foram fornecidas por instituições públicas. O *software* QGIS 3.22.4 LTR, foi 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 foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024). Os dados de vegetação, em uma escala de 1:200.000, no *site* do ICMBio. Os dados vetoriais de geologia do projeto RADAMBRASIL do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a tipologia geomorfológica, assim como os dados litológicos e estruturas de drenagem foram obtidos no *site* do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, GEOBANK, 2024).

Os dados para a análise de uso, cobertura e ocupação do Município foram obtidos por meio 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, assim como alguns indicadores socioeconômicos das populações adjacentes e das comunidades tradicionais que vivem dentro nos limites do Município de Santo Amaro do Maranhão.

#### b) Análise e delimitação de unidades geoecológicas

Esta etapa teve como base o inventário, que se destinou a analisar e interpretar os dados referentes à interação entre os componentes naturais, sociais e econômicos, além de analisar as propriedades das unidades naturais para a determinação da estrutura espacial e funcionamento. Considerando que a análise paisagística é o conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, suas propriedades, índices e parâmetros sobre sua dinâmica.

Na fase de análise foi realizada a interpretação dos dados obtidos na fase de organização e inventário, onde foram observados a interação entre os componentes naturais e socioeconômicos, assim, como foi realizado a delimitação de UG, em Santo Amaro do Maranhão, para facilitar a determinação da estrutura espacial e a dinâmica. Essa delimitação tomou como base a geomorfologia da unidade e, respectivamente, a cobertura vegetal ou uso antrópico, ambas concomitantes com essa estrutura geomorfológica.

O funcionamento e evolução da paisagem do município foram obtidos por meio do mapeamento das UG, utilizando análises integradas de dados referentes aos aspectos físicos, socioeconômicos e características decorrentes do uso e ocupação da terra, a partir das análises dos mapas temáticos, tendo como objetivo visualizar a organização da paisagem (geossistema) e como funciona.

#### c) Diagnóstico para elaboração de planejamento ambiental

Na fase de diagnóstico foram realizados levantamentos das interações funcionais, por meio da interpretação do material produzido 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 UG, identificadas, caracterizadas e delimitadas na fase de análise, levando em consideração a ação antrópica sobre estas. Para determinação do diagnóstico foram realizadas avaliações do estado geológico das paisagens e a determinação da degradação e situação ambiental das paisagens, produzindo-se um quadro-síntese, no qual foram identificados os principais problemas ambientais.

A situação geológica da paisagem é determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação do geossistema. No presente estudo a distinção das classes do estado geológico das paisagens, no qual se baseou na proposta de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) e foi composta pelas seguintes classes: (a) Estável: estado não alterado, conservando sua capacidade de funcionamento; (b) Medianamente estável: analisados como áreas que tendem ao degradado, porém ainda mantém sua capacidade de funcionamento e autorregulação e; (c) Instável: estado esgotado, no qual áreas já perderam sua capacidade de autorregulação.

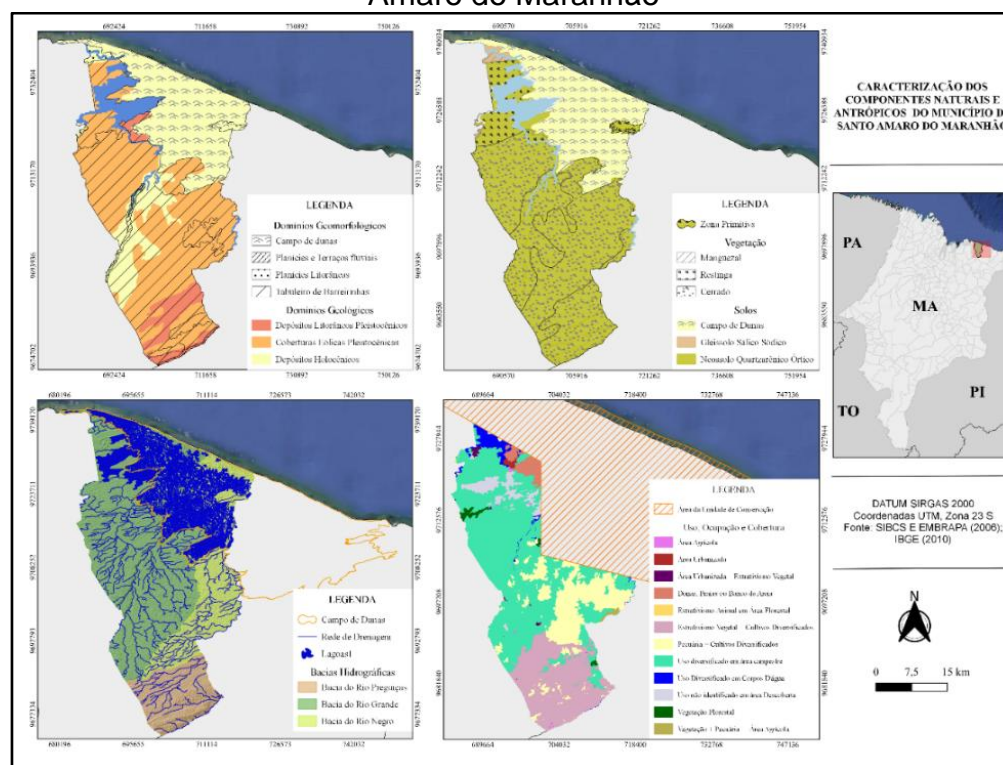
## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### a) Condicionantes da paisagem de Santo Amaro do Maranhão

O município de Santo Amaro do Maranhão se localiza na mesorregião Norte e Microrregião dos Lençóis Maranhenses, com 1.601,2 km<sup>2</sup> de extensão. Faz parte do Sistema de Bacias hidrográficas do litoral oriental do Maranhão (Machado; et al, 2023). A sua formação geológica (Figura 1) é baseada em bacias sedimentares, formadas por aglomerados rochosos com idades inferiores a 600 milhões de anos, denominados fanerozóicos, no qual dominam a maior parte da estrutura geológica da área de estudo como as coberturas eólicas pleistocênicas (Conti; Oliva, 2021). As outras estruturas pleistocênicas como os depósitos litorâneos e aluviões pleistocênicos, se depositam ao longo dos vales dos rios, sendo derivado de intensas atividades fluviais (Filgueira; Vital; De Lucena, 2023).



**Figura 1 - Caracterização dos condicionantes da paisagem do Município de Santo Amaro do Maranhão**



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Outro domínio geológico presente na área de estudo e ocupa extensão considerável são os depósitos holocênicos, compostos por sedimentos derivados do retrabalhamento dos processos costeiros e do comportamento hidrodinâmico do litoral. Os depósitos holocênicos compõem o grande campo de dunas do PNLM, onde estão presentes as dunas móveis do tipo barcana, barcanóide, transversal, frontal e, ainda, a faixa de praia que forma a extensão do parque, abrangendo também áreas ao longo da Bacia do rio Grande (Machado et al; 2023).

Entre os domínios geomorfológicos presentes em Santo Amaro do Maranhão o tabuleiro de Barreirinhas compreende a maior unidade litoestratigráfica (Figura 1). Nesta estrutura parte é sustentada por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras, abrangendo diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origem eólica, geralmente sustentados por rochas sedimentares com pouca litificação e caracterizados por formas de relevo tabular com extensos topos planos. Este cenário foi propício à formação dos imensos campos de dunas situado em grande parte acima deste tabuleiro e se estendem por 50 a 120 km para o interior (Soares; Santos; Szlafsztajn, 2020).

As unidades de planícies e terraços fluviais concentram-se na porção sudoeste para o centro do município, ao longo da extensão do rio Grande, principalmente no curso médio e alto do rio, onde ocorrem grandes depósitos aluviais, enquanto a planície litorânea situa-se no baixo curso do rio Negro, compreendendo toda a área da foz, na porção noroeste do município.

As modificações progressivas durante o período Pleistoceno-Holoceno foram influenciadas pelas flutuações do nível do mar, no qual podem ser encontradas paleodunas a distância de aproximadamente 160 km 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). As principais classes de solos encontradas na área, associada aos tipos correspondentes de vegetação (Figura 1), são definidas por Neossolos, que compõe a maior parte da área, e Gleissolos na porção noroeste do município.

O Neossolo, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), característico de Santo Amaro do Maranhão é o Quartzarênico órtico, esta classe de solo 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 (Embrapa, 2021). Enquanto, o campo de dunas do PNLN, formou-se acima deste tipo de solo, inicialmente como dunas fixas e atualmente como dunas móveis, no qual por serem profundos não existe limitação física para o desenvolvimento radicular em profundidade, possuem teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes muito baixos.

A cobertura vegetal na área de estudo é o Cerrado, definido paisagisticamente de várias formas fitogeográficas, variando de campos limpos (vegetação herbácea) até o cerradão (porte florestal). Nas formas savânicas, segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC), compõem-se de arranjo de campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, que representam incontestáveis ecótonos nas suas formas vegetacionais (IMESC, 2021).

O estado do Maranhão, em geral, representa umas das mais extensas fisiografias do Cerrado transicional de todo o Brasil, no qual compreende um mosaico de vários tipos de vegetação, como, por exemplo, savanas herbáceo-arbóreas, matas secas, campos, áreas úmidas em veredas e matas de galeria,



(Ab'Saber, 2012). Outra composição de vegetação presente em Neossolos Quartzarênicos órticos no tabuleiro e áreas paleodunares 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.

Espécies como *Humiria balsamifera* (umiri) e *Byrsonima* sp (murici) ocorrem na área (Amaral; et al, 2019). Este tipo de vegetação acontece, também, na área da zona primitiva, que por influência de ventos e da hidrografia não foi ocupado pelo campo de dunas, deixando exposto a sua composição de solo (neossolo quartzarênico) e vegetação originária (restingas) na porção nordeste do município. Esse complexo vegetal da zona costeira pode ainda estar associado a dunas, com indivíduos das camadas herbáceas, arbustivas e arbóreas crescendo em planícies que datam do período Quaternário (Pinto; Rego; Albuquerque, 2020).

A noroeste do município são encontradas a classe de solo Gleissolos Sálcos Sódicos, no terceiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), anteriormente era conhecida como Solonchack ou Gleis Salino, onde geralmente, ocorrem em relevo plano de várzea e esporadicamente em terraços, associados aos mangues e baixos cursos de rios nordestinos, por isso normalmente apresentam gleização. O solo fica descoberto nos locais onde a concentração de sais é elevada, não apresenta potencialidades agrícolas, pois, a concentração de sais solúveis no solo é alta e esse teor de sódio causa toxidez à maioria das plantas, afetando o seu crescimento, inibindo a adsorção de cálcio e magnésio, elementos vitais ao seu desenvolvimento e a dessalinização é difícil e cara, sendo indicados para preservação ambiental (Embrapa, 2021).

Em Santo Amaro do Maranhão, assim como na maior parte do Nordeste brasileiro, este solo possui cobertura vegetal de influência fluvio-marinha, caracterizada como mangues. A área de estudo envolve o rio da Baleia e, uma pequena parte, da foz do rio Alegre, localizados na Bacia do rio Grande, nas planícies litorâneas entre a área de campos de dunas dos lençóis maranhenses e as paleodunas cobertas por restingas que possuem grande diversidade de mangues, sendo este o principal elemento integrador e sintetizador da paisagem, onde se pode perceber, de forma direta, as discontinuidades da paisagem e o solo atua como principal suporte da cobertura vegetal.

Com relação a precipitação média anual na região, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), é de 2.000mm, sendo que os dois períodos distintos são: estação chuvosa, que normalmente ocorre entre janeiro e junho, e estação seca, entre agosto e dezembro (INMET, 2020).

A área de estudo é dividida em três bacias hidrográficas (Figura 1). Possui a totalidade da Bacia do Rio Grande, com rio principal e seus afluentes, rios Queixada, Alegre, das Pedras, Bacabinha e Baleia; a Bacia do rio Negro, o qual o rio principal atravessa o campo de dunas dos lençóis maranhenses e contribui hidricamente com algumas lagoas no centro do parque na época chuvosa e; na porção sul do município, está localizada parte da Bacia do rio Preguiças, com os afluentes Juçaral, Riacho Mundo Novo e Riacho do Gengibre.

A área tem características distintas, no qual o relevo do baixo curso das bacias hidrográficas, apresenta baixa declividade, com características hídricas bastante heterogêneas e drenagem de canais efêmeros e intermitentes devido à tipologia sedimentar porosa (areia) e, no médio e alto curso dos rios Grande e Negro. Nas áreas úmidas adjacentes ao PNLN, os canais de drenagem de médio porte são principalmente perenes, com vales rasos de drenagem interdunares (Machado; et al, 2023)

O uso e ocupação de Santo Amaro do Maranhão inicialmente, se caracteriza por possuir vasta área voltada ao PNLN, no qual preza 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 (Brasil, 2015).

No tabuleiro de Barreirinhas, presente na área de estudo, prevalecem os usos diversificados, totalizando a maior parte da ocupação. 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 (IMESC, 2021).

Os usos diversificados na área do tabuleiro seria o uso diversificado em área descoberta, correspondendo às áreas de solo exposto que estão em áreas próximas de usos consolidados e uso diversificado em corpo d'água continental que

compreende à diversificação de atividades em rios e lagos, tanto para uso consuntivo quanto para uso não consuntivo.

A leste e sul do Tabuleiro em Santo Amaro do Maranhão, há vários tipos de ocupação como cultivos temporários diversificados, pecuária e extrativismo vegetal que se caracteriza 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 (IMESC, 2021).

A área urbanizada corresponde a cidade de Santo Amaro do Maranhão, que funciona como sede municipal e possui 13.949 hab, com 8,81 hab por Km<sup>2</sup>, localiza-se em uma área de paleodunas coberta por transição entre cerrado e restingas, possuindo coordenadas de 2°30'6.22"S de latitude e 43°15'10.72"O de longitude. Todos os elementos que compõem os geossistemas do município de Santo Amaro do Maranhão se integraram, permitindo a análise paisagística de maneira a compor paisagens únicas, associadas à ação antrópica que pode potencialmente modificar a paisagem em determinada unidade (Quadro 1).

**Quadro 1** - Interação entre elementos da paisagem em Santo Amaro do Maranhão

<b>Domínio geológico</b>	<b>Geomorfologia</b>	<b>Solos</b>	<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Bacia hidrográfica</b>	<b>Uso e ocupação</b>
Coberturas Eólicas pleistocênicas	Tabuleiro de Barreirinhas	Neossolo Quartarênico Órtico	Cerrado	Rio Grande	Área Urbanizada
				Rio Negro	Pecuária
Depósitos Litorâneos Pleistocênicos	Tabuleiro de Barreirinhas	Neossolo Quartarênico Órtico	Cerrado	Rio Preguiças	Usos diversos
					Área Agrícola
Depósitos Holocênicos	Campo de dunas sobre a Planície litorânea	Campo de dunas	Ausente	Lagoas interdunares	Extrativismo Vegetal
	Planícies e terraços fluviais	Neossolo Quartarênico Órtico	Cerrado Restingas	Rio Grande	Pecuária
					Usos diversos em área campestre
Planícies Litorâneas	Gleissolo sálico sódico	Manguezal	Rio Grande	Usos diversos em corpos d'água	
					Extrativismo

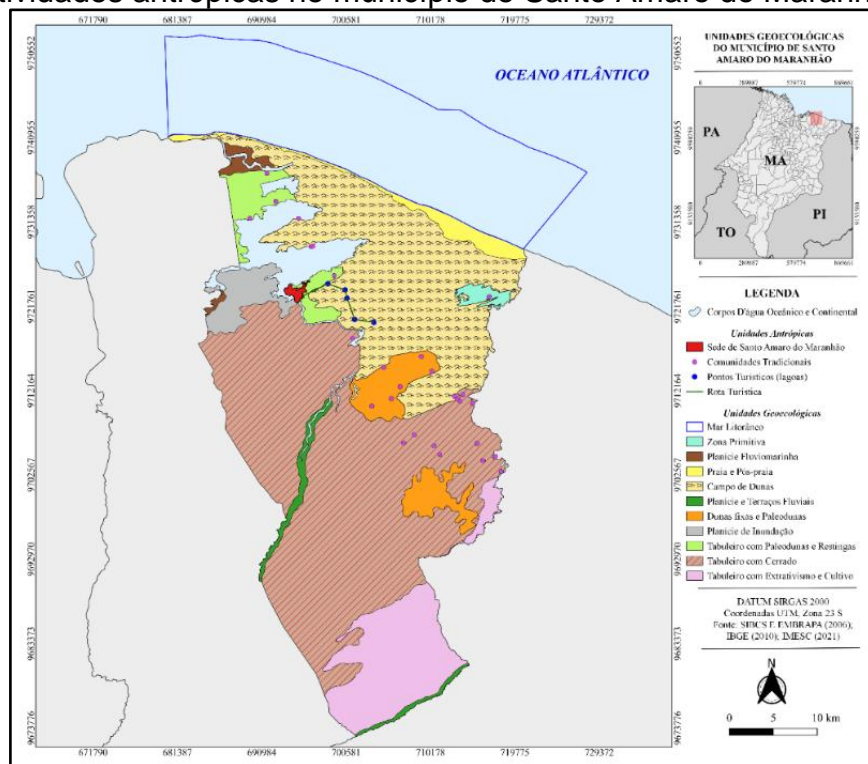
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essa concepção dialética sobre a interação entre as condições naturais e a produção social determina os princípios metodológicos da investigação geocológica da paisagem para que seja avaliado o potencial das paisagens e tipologia funcional, que inclui o cálculo do papel dos fatores antropogênicos por meio dos tipos de utilização da natureza e dos impactos geocológicos das atividades humanas (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022). A partir da análise da interação entre os elementos da paisagem dentro do enfoque geossistêmico, elaborou-se o zoneamento geocológico, demonstrado por meio das UG da área.

#### b) Unidades geocológicas de Santo Amaro do Maranhão

Entende-se como UG a individualização, tipologia e unidades regionais e locais da paisagem. Tendo em vista que a regionalização e tipologia são fundamentais na análise paisagística regional, constituindo a base das propriedades espaço-temporais dos complexos territoriais que se reproduzem pela influência dos fatores naturais e antropogênicos (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022). Na Figura 2 as UG de Santo Amaro do Maranhão.

**Figura 2** - Unidades Geocológicas das Paisagens e distribuição das unidades e atividades antrópicas no município de Santo Amaro do Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na Figura é possível observar o sistema taxonômico para as UG, que foi definido a partir da interação dos componentes da paisagem, principalmente a geomorfologia, vegetação e uso, no qual características similares em determinados pontos da paisagem foram definidos como uma tipologia. A primeira UG identificada na área pesquisada é o mar litorâneo, delimitado pela zona de amortecimento do PNLM que consta no plano de manejo elaborado pelo ICMbio (2004).

A importância do mar como unidade paisagística é o caráter de interface entre o continente e o oceano, dando-lhe configuração ímpar na fisiologia das paisagens locais, apresentando fluxos de matéria e energia, modificando com frequência a dinâmica dessa paisagem e atua nas transformações da linha de costa e deposição de sedimentos ou das oscilações do nível do mar em períodos de transgressão e regressão marinha.

Nas áreas de planícies litorâneas têm-se as sub-unidades de praia e pós-praia, sendo que a praia é uma faixa da região litorânea coberta por sedimentos arenosos e litológicos a partir da linha de baixa mar, nesta faixa pode ser observada resquícios de paleomangues. Enquanto, a pós-praia, caracteriza-se por uma área de dinâmica e fluxo de sedimentos advindo da praia em direção a unidade de campo de dunas retroalimentando as dunas dos lençóis maranhenses, esta dinâmica se dá, sobretudo, em função da ação dos ventos.

A UG planície fluviomarinha tem sua principal 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 maré, denominando-se estuários. Outro trecho desta subunidade está localizado na foz do rio Alegre na mesma bacia hidrográfica. A força mecânica da maré aliada à difusão da água doce com salgada justifica o surgimento dos mangues, esta vegetação associa-se à primeira cobertura que reveste as planícies de maré.

A UG do campo de dunas móveis é o principal componente do sistema que forma o PNLM formada por depósitos eólicos sedimentares recentes, composta por areias quartzosas de cor esbranquiçada, com granulometria variando de média a fina, caracterizada a área acumuladora de sedimentos arenosos fundamental, uma vez que dinamiza o sistema estudado, caracterizam-se por serem unidades

funcionais emissoras. Essa unidade é a segunda maior na área de estudo, no qual ocupa toda a planície litorânea e parte do Tabuleiro de Barreirinhas, caracteriza-se por possuir lagoas interdunares intermitentes e perenes, sendo que as lagoas intermitentes enchem apenas no período chuvoso.

Nestas unidades são encontradas dunas dos tipos móveis na maior parte da sua extensão, sendo que não apresentam cobertura vegetal ou ocorrem nas áreas interdunares e nas áreas de lagoas constam apenas espécies pioneiras e de pequeno porte, são instáveis e migratórias. A principal atividade realizada nesta unidade são passeios turísticos, com rotas para algumas lagoas definidas pelas associações de transportes turísticos e o órgão ambiental responsável.

A Zona Primitiva localizada no centro do campo de dunas pode ser considerada também uma unidade a parte, pois possui características especiais da paisagem, onde caracteriza-se por uma depressão entre as dunas e que expõe o solo originário, consistido por Neossolo quartzarênico coberto por vegetação de restinga e drenado pelo rio negro, uma vez que em marés altas, também, recebe certa salinidade. Nesta unidade localiza-se a comunidade Queimada dos Britos composta por 19 famílias, na qual são desenvolvidas atividades de pecuária semi-intensiva e alguns cultivos de hortaliças.

As UG dunas fixas e paleodunas, são outras unidades de paisagem da área pesquisada, onde o primeiro bloco está na base do campo de dunas móveis em contato com o tabuleiro coberto por cerrado e é composto por dunas fixas recobertas por transição de restingas e cerrado arbustivo. Enquanto na outra área ao leste do tabuleiro são encontrados as paleodunas com cobertura de cerrado arbóreo-arbustivo.

A planície de inundação, é uma UG localizada entre o rio Alegre e o Lago do Santo Amaro no qual deságua o rio Grande, sendo recoberta por restingas e faz interface com a planície fluviomarina. 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 às suas características não possui ocupação, apenas algumas atividades de uso diversificado em área campestre e aquática.

Outra UG identificada foi a planície e terraços fluviais, localizada nos vales do rio Grande (Bacia do rio Grande) e rio Juçaral (Bacia do rio preguiças) essas planícies e terraços fluviais são formadas a partir das antigas planícies de



inundação que constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios. Os terraços fluviais se inserem entre os elementos morfológicos do vale e podem ser definidos como sendo antigas planícies de inundação que foram abandonadas.

As UG presentes no domínio geomorfológico de tabuleiro são: tabuleiro recoberto por paleodunas e restingas; tabuleiro recoberto por cerrado e tabuleiro com ocupação de extrativismo vegetal e cultivos diversificados. O tabuleiro recoberto por paleodunas e restingas são recobertos por vegetação de influência marinha à leste e à oeste do Lago de Santo Amaro, faz interface com o campo de dunas, planície fluvio-marinha e planície de inundação, estando localizadas sete comunidades tradicionais nesta unidade, incluindo a comunidade de Travosa que possui grande potencial turístico e a cidade de Santo Amaro do Maranhão, com grande fluxo de atividades turísticas, atividade que a cada ano vem crescendo em população e especulação imobiliária.

O tabuleiro recoberto por cerrado, constitui a maior unidade geomorfológica da área de estudo apresentando ocupações pontuais com poucas residências, pequenos povoados e a maior parte das comunidades tradicionais, totalizando treze, no qual fazem uso diversificado entre pecuária e cultivos em propriedade familiar no contexto atual. A vegetação é representada por espécies arbustivas e arbóreas em áreas mais dispersas e em outras mais conservadas dentro do espectro do cerrado maranhense. Enquanto o tabuleiro com ocupação de extrativismo vegetal e cultivos diversificados é a unidade localizada na Bacia Hidrográfica do rio Preguiças, onde se localizam povoados que realizam múltiplos usos da terra envolvendo diversos tipos de atividades agropecuárias.

Para realizar o planejamento ambiental de determinada área, 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. No município de Santo Amaro do Maranhão se percebe que as UG, ainda, mantêm sua capacidade de funcionamento, apesar de intervenções antrópicas (Quadro 2).

**Quadro 2** - Diagnóstico ambiental das unidades geológicas das paisagens

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
Zona primitiva		Estável	Presença de comunidade tradicional
Planície Fluviomarinha		Estável	Ausência de atividades antrópicas
Tabuleiro com Paleodunas e Restingas		Medianamente estável	Presença de urbanização e atividades de especulação imobiliária
Planície e terraços Fluviais	Fluvial	Estável	Poucas atividades antrópicas
Planície de inundação		Estável	Poucas atividades antrópicas
Dunas fixas e Paleodunas	Continental	Estável	Presença de comunidades tradicionais
Tabuleiro com Cerrado		Medianamente estável	Uso antrópico para atividades agropecuárias
Tabuleiro com cultivos diversificados		Medianamente estável	Uso antrópico para atividades agropecuárias

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2024).

As paisagens marinhas e litorâneas podem ser consideradas em situação estável, devido a reduzida alteração no fluxo dinâmico das UG, onde a maioria das unidades possuem ausência ou pouca atividade antrópica e as que possuem são atividades de baixo risco para o fluxo dinâmico da paisagem do município de Santo Amaro do Maranhão. Dentro da paisagem litorânea a única unidade considerada medianamente estável é o Tabuleiro com paleodunas e restingas devido, principalmente, ao crescimento da cidade de Santo Amaro do Maranhão e a intensa especulação imobiliária voltada ao turismo, por não se localizarem dentro da zona de amortecimento do parque, consegue-se licenciamento para as construções, entretanto, pode ocasionar interrupção da dinâmica geoambiental.

A implantação do Polo Ecoturístico dos Lençóis Maranhenses tem gerado especulação imobiliária na região do parque e na zona 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 (ICMbio, 2004).

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 compensação, a paisagem continental pode ser considerada medianamente estável, com exceção das dunas fixas e paleodunas, considerada estável apesar de possuir comunidades tradicionais.

As demais UG do tabuleiro possuem atividades que podem potencialmente interferir no estado funcional da paisagem, devido as atividades agropecuárias e cultivos diversificados, uma vez que a forma de cultivo é a roça de toco, com a utilização de queimadas para a limpeza da área. Entretanto, atualmente não foram constatadas grandes alterações na paisagem. Não foram observadas em nenhuma das UG a classificação de instável, que significa que as paisagens de Santo Amaro do Maranhão, ainda, possuem valor para o funcionamento e equilíbrio do sistema.

Ainda há necessidade de realizar planejamento mais elaborado para 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.

## **CONSIDERAÇÕES**

O zoneamento de UG e suas respectivas situações se mostra aliado para a elaboração de propostas de planejamento ambiental, para que sejam desenvolvidas atividades socioeconômicas respeitando o funcionamento de cada sistema ecológico. Em relação a UC presente no município de Santo Amaro do Maranhão, ainda, é preciso considerar as ações modificadoras ocorridas no entorno da zona de amortecimento, tendo em vista que as atividades no entorno têm influências diretas na dinâmica e modificação dos aspectos naturais e sociais.

Em geral, cada UG tem seu valor específico para o equilíbrio e funcionamento do sistema, o que mostra a importância da elaboração de propostas para a diminuição dos efeitos das pressões antrópicas sobre essas unidades, tendo em vista que na extensão do Município de Santo Amaro do Maranhão, a retirada da vegetação e as construções residenciais são os maiores agentes modificadores da paisagem e sua dinâmica.

**AGRADECIMENTOS** - Agradecimento ao financiamento da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

## REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. N. **Contribuição à geomorfologia do Estado do Maranhão**. Notícia Geomorfológica. Campinas, 3(5) 35-45, abr., 1960. Disponível em: [https://biblio.fflch.usp.br/AbSaber\\_AN\\_1347021\\_ContribuicaoAGeomorfologia.pdf](https://biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1347021_ContribuicaoAGeomorfologia.pdf). Acesso em: 07 mar. 2024.

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

AMARAL, Y. T; SANTOS, E. M; RIBEIRO, M. C; BARRETO, L. Landscape structural analysis of the Lençóis Maranhenses national park: Implications for conservation. **Journal For Nature Conservation**, 51, p. 125725, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1617138118303108>. Acesso em: 07 mar. 2024.

BRASIL. **Legislação brasileira sobre meio ambiente** [recurso eletrônico]: biodiversidade / organização: Roseli Senna Ganem; texto: Roseli Senna Ganem, Maurício Schneider. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. – (Série legislação; n. 183). Disponível em: [https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/16599/instrumentos\\_politica\\_vol2.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/16599/instrumentos_politica_vol2.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Acesso em: 05. jan. 2024.

CONTI, A. F; OLIVA, P. A. C. An integrated approach for reservoirs characterization: A case study from the Barreirinhas basin in Maranhão, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 112, p. 103610, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/355739376\\_An\\_integrated\\_approach\\_for\\_reservoirs\\_characterization\\_A\\_case\\_study\\_from\\_the\\_Barreirinhas\\_basin\\_in\\_Maranhao\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/355739376_An_integrated_approach_for_reservoirs_characterization_A_case_study_from_the_Barreirinhas_basin_in_Maranhao_Brazil). Acesso em: 05. jan. 2024.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil**. Disponível em: <http://geobank.cprm.gov.br/>. Acesso em: 10. jan. 2024.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 05. jan. 2024

FILGUEIRA, J. G; VITAL, H; De LUCENA, L. R. F. Assinatura isotópica (Sm-Nd) e faciologia da Formação Barra de Tabatinga: novas considerações sobre o registro de um paleonível marinho pleistocênico no Nordeste brasileiro. **Geologia USP. Série Científica**, v. 23, n. 1, p. 69-80, 2023. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/210485>. Acesso em: 05. jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-182796>.

GORAYEB, A; Da SILVA, E. V, SOARES, L. S; DE CARVALHO, R. G; RABELO, F. D. B; neto, F. O. L; 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 Geoecology. **Journal of Coastal Research**, 95, 814-818, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/341667226\\_Planning\\_and\\_Management\\_of\\_the\\_Estuarine\\_Zones\\_of\\_the\\_Coastal\\_Regions\\_of\\_Northern\\_-\\_Northeastern\\_Brazil\\_An\\_Approach\\_Based\\_on\\_Landscape\\_Geoecology](https://www.researchgate.net/publication/341667226_Planning_and_Management_of_the_Estuarine_Zones_of_the_Coastal_Regions_of_Northern_-_Northeastern_Brazil_An_Approach_Based_on_Landscape_Geoecology). Acesso em: 20. jan. 2024.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20. jan. 2024.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo: Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. Barreirinhas, 2004. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html> Acesso em: 05. jan. 2024.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 05. jan. 2024.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE-MA): meio físico-biótico – etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro**. 2. ed. v.1 / Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias... [et al.] (Orgs). São Luís: IMESC, 2021. Disponível em: <http://homologacao.zee.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Sumario-Executivo-Volume-1-Cerrado.pdf>. Acesso em: 05. jan. 2024.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 21. jan. 2024.

MACHADO, A. M. B; SILVA, E. V; SOARES, L. S; BANDEIRA, A. M; CASTRO, A. C. L; BORGES, J; 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**, v. 16, n. 01, p. 227-250, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbge/article/view/254804>. Acesso em: 06 fev. 2024

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**, 60, 3, 217-230, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00173134.2020.1821088>. Acesso em: 05. jan. 2024.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Imprensa Universitária, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/66152>. Acesso em: 09 jan. 2024.

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. Disponível em: [https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV\\_3/agb\\_xxiv\\_3\\_web/agb\\_xxiv\\_3-10.pdf](https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_3/agb_xxiv_3_web/agb_xxiv_3-10.pdf). Acesso em: 09 jan. 2024.

TESSLER, M. G; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47271>. Acesso em: 09 jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0001>.

VITTE, A. C. O litoral brasileiro: a valorização do espaço e os riscos socioambientais. **Territorium**, n. 10, p. 61-67, 2003. Disponível em: [https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723\\_10\\_4](https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_10_4). Acesso em: 09 jan. 2024.

ZHAI, T; WANG, A. J; FANG, A. Y; QIN, B. Y; HUANG, A. L; CHEN, Y. Assessing ecological risks caused by human activities in rapid urbanization coastal areas: Towards an integrated approach to determining key areas of terrestrial-oceanic ecosystems preservation and restoration. **Science of the Total Environment**, v. 708, p. 135153, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719351459>. Acesso em: 05 jan. 2024.