

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA EM TORNO DA RODOVIA MA-315, NO LITORAL ORIENTAL MARANHENSE

GEOENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE AREA AROUND THE MA-315 HIGHWAY, ON THE EASTERN COAST OF MARANHÃO

José Herbert Silva Pereira¹
Ernane Cortez Lima²

¹ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: joseherbertsp@yahoo.com.br

² Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: ernanecortez@hotmail.com

RESUMO: A rodovia MA-315, construída no litoral Maranhense possui dupla finalidade: subsidiar a construção e operação do complexo eólico 'Delta 3' e interligar os municípios de Barreirinhas e Paulino Neves aos litorais dos estados do Maranhão, Piauí e Ceará. A pesquisa objetivou descrever os componentes físicos da paisagem na porção do litoral oriental maranhense, entre Barreirinhas e Paulino Neves. A metodologia, fundamentou-se na abordagem geossistêmica da paisagem, pesquisas bibliográficas, análise *in situ* e análise e produção de cartas temáticas. Os resultados alcançados foram: caracterização do espaço físico da rodovia MA-315 e análise das relações entre os componentes físicos da paisagem local.

Palavras-chave: Paisagem. Caracterização ambiental. Lençóis Maranhenses.

ABSTRACT: The MA-315 highway, built on the coast of Maranhão, has a dual purpose: to subsidize the construction and operation of the 'Delta 3' wind complex and to connect the municipalities of Barreirinhas and Paulino Neves to the coasts of the states of Maranhão, Piauí and Ceará. The research aimed to describe the physical components of the landscape in the portion of the eastern coast of Maranhão, between Barreirinhas and Paulino Neves. The methodology was based on the geosystemic approach to the landscape, bibliographic research, in situ analysis and analysis and production of thematic maps. The results achieved were characterization of the physical space of the MA-315 highway and analysis of the relationships between the physical components of the local landscape.

Keywords: Landscape. Environmental characterization. Lençóis Maranhenses.

Sumário: Introdução – 1 Material e método – 2 Resultados e discussão – Considerações – Referências.

INTRODUÇÃO

Os componentes geoambientais são aspectos físicos que fazem parte da paisagem de abordagem de um determinado estudo. São eles: clima, estrutura geológica, configuração geomorfológica, hidrografia, solos e vegetação. Tais componentes estão em constante estado de interação e troca de energia, moldando a paisagem e dando ao sistema ao qual pertencem as especificidades próprias das particularidades de cada componente e de suas relações com os demais.

Assim, na área da pesquisa, a proximidade da linha do equador e do oceano atlântico, proporcionaram a existência de clima quente e semiúmido, que influencia fortemente a dinâmica de formação e movimentação das dunas e das cheias e secas das inúmeras lagoas que existem na região. Após o fim do período

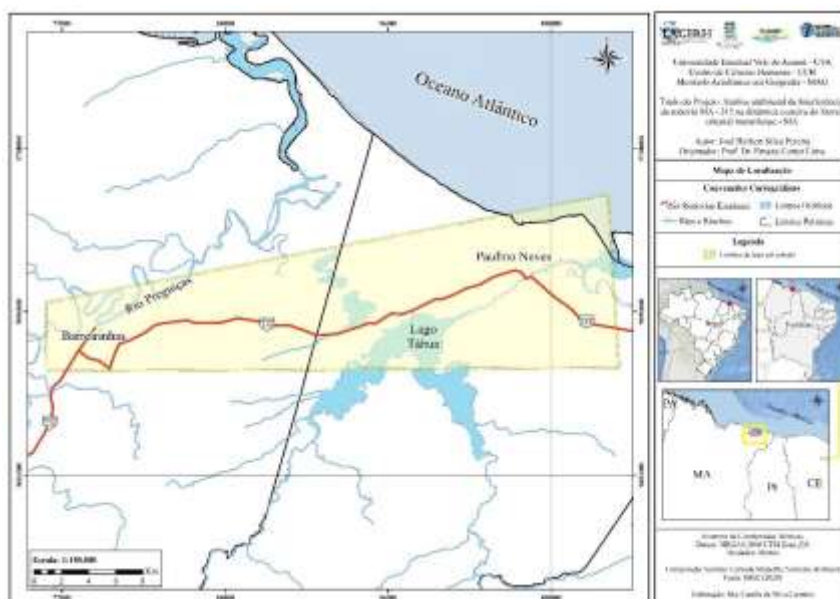
chuvoso (geralmente no mês de junho), as lagoas, completamente cheias, servem a duplo propósito aos seres humanos: as interdunares são aproveitadas para o lazer e turismo, enquanto, as de várzea estão repletas de peixes, que historicamente servem de alimento para as comunidades locais.

O objeto de estudo deste trabalho é o espaço na área de um empreendimento que foi construído, em parte, sobre um conjunto de dunas e restingas conhecido como Pequenos Lençóis Maranhenses: a rodovia MA-315. A porção de espaço, foi delimitada, para efeito desta pesquisa, em cerca de 372,74 Km², localizado no litoral oriental do Maranhão, em uma região de dunas, lagoas, planície litorânea e tabuleiros pré litorâneos, que parece caminhar para se tornar um dos principais destinos turísticos do litoral do Nordeste do Brasil.

Para tanto, partindo-se sempre de uma perspectiva analítica integrada, foi necessário fazer levantamentos dos componentes físicos naturais do espaço, que são eles: Geologia, geomorfologia, pedologia, clima, hidrografia e vegetação. Também foi preciso proceder com a descrição dos diferentes sistemas ambientais encontrados para a melhor compreensão da região.

Para escala de análise, foi utilizada nos mapas a de 1:150.000, considerada a mais apropriada, a partir da adoção da classificação dos sistemas terrestres (Bertrand, 2004). Isso porque os sistemas ali encontrados, dentro da região de planície litorânea e de tabuleiros pré-litorâneos, podem ser classificados como os das unidades inferiores (Geossistemas, Geofácies e Geótopos).

A pesquisa que originou este artigo teve como objetivo geral a caracterização geoambiental da área da rodovia MA-315, no litoral oriental maranhense, no espaço compreendido entre os municípios de Barreirinhas e Paulino Neves. E como objetivos específicos, as análises das relações entre os componentes físicos do espaço local, como responsáveis pela definição das especificidades paisagísticas existentes na área. Na Figura 1, consta em destaque, em amarelo a área de abordagem da pesquisa.

Figura 1 - Mapa da área da pesquisa

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

1 MATERIAL E MÉTODO

A metodologia teve como base a abordagem geossistêmica da paisagem, considerando que todos os elementos dentro do espaço abordado (solo, hidrografia, clima e vegetação) estão interrelacionados e, portanto, interagindo dialeticamente uns com os outros, configurando um sistema. Nesse sentido, as concepções de Bertalanffy (2010), Sotchava (1977) e Bertrand (2004) foram fundamentais para a compreensão das relações entre os elementos da paisagem local e das dimensões relativas à área da pesquisa.

Neste sentido, sistema é um conjunto de elementos interagindo mutuamente, de modo que o comportamento de um determinado elemento em uma relação específica com outro qualquer, é diferente do comportamento desse mesmo elemento em uma outra relação com um terceiro componente desse conjunto, e assim por diante (Bertalanffy, 2010).

Pode-se considerar, também, que um geossistema com formação natural (embora nele possa haver componentes humanos) se desenvolve de acordo com os níveis segundo os quais funcionam (Sotchava, 1977). Isso significa que a delimitação de um geossistema deve estar atenta à zona de funcionalidade das forças atuantes na configuração da porção do espaço tomado.

A classificação dos sistemas terrestres permite dividir todo o planeta em uma hierarquia de sistemas, de modo que um conjunto de sistemas menores constitui um sistema maior até que se chegue à totalidade terrestre (Bertrand, 2004). Assim, a área abordada nesse estudo pode ser considerada como um mosaico de sistemas menores (geossistemas, geofácies e geótopos), pois não foram levados em consideração limites físicos em seu traçado, mas apenas a área de imediata influência da rodovia MA-315.

A partir da dessa delimitação, inicialmente foi feito o levantamento bibliográfico, para selecionar os textos e documentos, dentro da literatura existente sobre o tema, que serviram para o embasamento e forneceram informações que foram juntadas ao trabalho de pesquisa. A seguir procedeu-se com a análise de fotos, cartas temáticas e imagens de satélites, em domínios como: www.inpe.br, para em seguida, iniciar a produção de mapas. Concomitantemente, foi feito trabalho *in situ* nas áreas localizadas dentro do perímetro da pesquisa, para análise *in lócus* do espaço de abordagem e documentação, por meio de fotografias, dos aspectos físicos verificados na paisagem local.

Os seguintes materiais foram utilizados na construção desta pesquisa: Aparelho GPS Garmin Etrex 10, para a coleta de pontos ao longo do percurso do campo de pesquisa; Celular ASUS Zenfone 5, para o registro de imagens da área da pesquisa; Notebook HP, com processador Intel core i3, utilizado para a compilação dos dados, para a elaboração dos produtos cartográficos e para a produção do texto e; Prancheta, lápis, borracha e canetas, utilizadas para anotação de dados no percurso de campo. Além dos seguintes *softwares*: *Microsoft Word*, versão 10 e QGIs.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto as características climáticas, o clima da região é o tropical semiúmido, com temperaturas elevadas o ano inteiro e chuvas concentradas no primeiro semestre do ano, especialmente no período entre os meses de fevereiro e maio, sendo praticamente ausentes no segundo semestre. Segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima da região é o Aw, caracterizado por ser do tipo tropical, com chuvas concentradas no primeiro semestre do ano e os meses mais secos não possuem mais que 60mm de precipitação. O mês mais

chuvoso do ano é abril, com mais de 300mm de média de precipitação e o mais seco é setembro, com média de menos de 10mm. A temperatura média anual fica entre 27° e 29°C e a pluviosidade média, entre 1200 e 1600mm anuais. A região é atingida por fortes ventos oceânicos o ano inteiro, mas, principalmente entre outubro e dezembro. Tal condição privilegiada foi justamente o principal fator para a escolha da região para a instalação de um grande parque eólico (Pereira; Lima, 2023).

Os índices pluviométricos, concentrados no primeiro semestre do ano, fazem com que a agricultura seja praticamente toda desenvolvida nesse período; especialmente as culturas de arroz, milho, feijão e mandioca. Além disso, é também nesse período que as lagoas temporárias se formam, tornando mais propício o turismo e o extrativismo animal por meio da pesca de peixes de crescimento rápido, principalmente carás (*Geophagus brasiliensis*), tilápias (*Oreochromis niloticus*) e traíras (*Hoplias malabaricus*)

No segundo semestre, o volume de chuvas reduz consideravelmente, praticamente inexistindo precipitações entre o começo de setembro e o final de novembro, devido a esta condição as práticas agrícolas e a pecuária são drasticamente afetadas. O volume dos rios, também, diminui e a maioria das lagoas, especialmente as interdunares, desaparece por completo, o que compromete a prática da pesca de subsistência.

Quanto as características hidrológicas, a hidrografia da área é bastante rica, com a existência de vários pequenos cursos d'água (alguns intermitentes), lagoas permanentes, lagoas temporárias e dois rios maiores e perenes: rio Novo e rio Preguiças. O rio Novo (em algumas publicações aparece como rio da Fome) possui esse nome porque sua formação é geologicamente recente. Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC, 2020), sua origem remonta ao começo do século XX (entre 1908 e 1909) quando as águas do lago Tábua (Taboa) transbordaram e começaram a 'sangrar' por um pequeno canal, que foi gradativamente se alargando e aprofundando, até virar um grande rio, que hoje é vital para a cidade de Paulino Neves.

O rio Preguiças é ainda maior e mais volumoso que o rio Novo. Nasce no interior do município de Anapurus e deságua em Barreirinhas, no povoado de Atins. É um rio importante tanto historicamente, por ter propiciado as condições

necessárias para o surgimento da cidade de Barreirinhas, quanto no tempo atual, pois se constitui em uma das principais atrações turísticas e meios de transporte do município, além de abastecer a sede do município.

Por conta das baixas altitudes, dos terrenos planos dos tabuleiros e dos elevados índices pluviométricos (>1200 mm) concentrados em um único semestre do ano, a região apresenta várias formações lacustres, tanto nas grandes extensões de várzeas, quanto entre as centenas de dunas que compõem os Pequenos Lençóis na área de estudo. Tais lagoas tendem a se formar no período chuvoso e a desaparecer nos meses finais do ano (lagoas interdunares), mas, há corpos hídricos lacustres permanentes na região. Esse é o caso da lagoa do Salgadinho, de forte apelo paisagístico, localizada no povoado Salgadinho, ao pé das dunas, e do lago Tábua. Este último é maior e mais volumoso, e é formado pelas águas de dois rios tributários: O rio da Fome e o rio Carrapato.

Na Enciclopédia dos Municípios Maranhenses, até o início do século passado, o lago Tábua apresentava um canal de comunicação com o rio Preguiças. Tal canal teria sido soterrado pelas dunas no ano de 1907, após um fraco período chuvoso, o que teria forçado o lago, nos períodos chuvosos seguintes, a escavar um novo canal, pelas terras baixas adjacentes, em direção ao oceano Atlântico (IMESC, 2020).

O termo 'Tábua', provavelmente, deve-se a um erro de grafia, uma vez que o mais condizente com a realidade é que o nome do lago deveria ser Taboa (*Thypha Angustifolia* L.) em referência a presença desta espécie vegetal em seu leito. Tal hipótese é fundamentada na fala dos próprios moradores da região, que chamam o lago, desde sempre, pelo nome de Taboa.

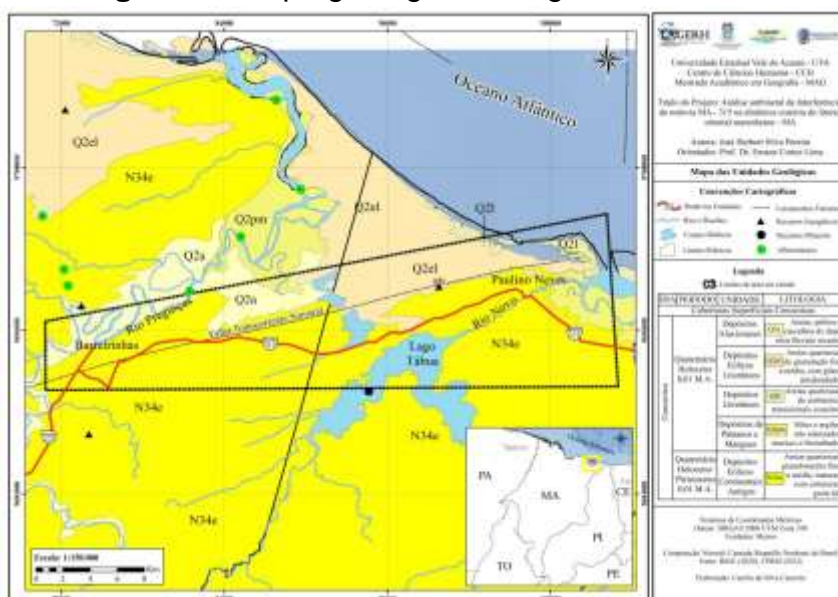
Em relação aos aspectos geológicos, a região faz parte de uma grande área sedimentar, a planície litorânea em conjunto com os tabuleiros litorâneos. É formada por depósitos de material sedimentar (especialmente areia quartzosa) trazidos pelos cursos d'água, ao longo de milhares de anos, para o Oceano Atlântico, que por sua vez os devolveu ao continente, em um fluxo contínuo. Tal processo deu origem às extensas faixas de praias arenosas e por meio da ação eólica, aos grandes conjuntos de dunas. Ambos os processos de deposição/acumulação (marinha e eólica) ocorreram na era cenozoica, período

Quaternário (Pleistoceno e Holoceno) (IMESC, 2020). Não há registros, em ambos os municípios, dentro da área de estudo, de formações cristalinas.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cobertura geológica da área é formada basicamente por depósitos de aluviões holocênicos, depósitos marinhos litorâneos, coberturas eólicas pleistocênicas e depósitos de pântanos e mangues (IBGE, 2011). Na Figura 2, é possível perceber a natureza completamente sedimentar da região, formada inteiramente por depósitos de materiais quartzosos, alocados em diferentes momentos geológicos ao longo da era cenozoica. O trabalho erosivo dos ventos foi fundamental para a formação desses depósitos sedimentares, transportando constantemente grandes quantidades de areia das faixas de praia em direção ao continente.

Esse trabalho erosivo, desenvolve-se com mais intensidade durante o dia e nos períodos de maré baixa, quando, o expressivo recuo do oceano, deixa exposto o leito imediato do fundo mar, composta principalmente de material sedimentar do tipo arenoso. A forte incidência de radiação solar faz com que a camada mais superficial de sedimentos perca umidade rapidamente, desagregando-se com mais facilidade e tornando-se mais suscetível à ação dos ventos, que, por sua vez, transporta as minúsculas partículas em direção ao continente. A Figura 02 mostra a estrutura completamente sedimentar da área.

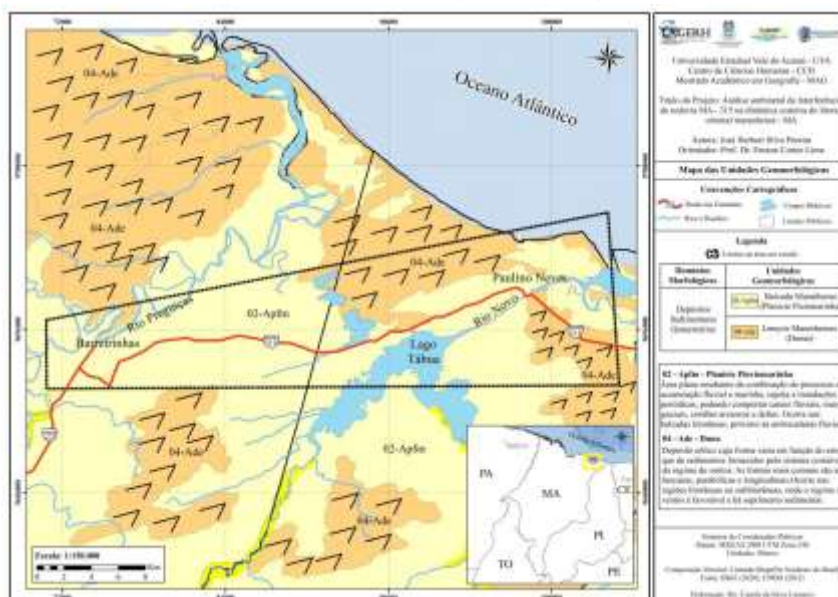
Figura 2 - Mapa geológico da região da MA-315



Quanto a constituição geomorfológica do espaço abordado, por sua vez, é, em sua totalidade, característica da planície litorânea e dos tabuleiros litorâneos. Apresenta baixas altitudes (muito próximas ao nível do mar), marcante presença de dunas (fixas e móveis), planícies fluviomarinhas, várzeas alagadiças (terras baixas inundáveis) e depósitos eólicos quartzosos antigos. Após a planície litorânea, em sentido sul, predominam os tabuleiros pré-litorâneos em direção ao continente, atingindo regiões continentais distantes da área da pesquisa. Tais áreas são caracterizadas por apresentarem relevo bem plano a suavemente ondulado, solos arenosos e depósitos de argilas e siltes em alguns pontos.

Na área predomina a formação Açuí, típica da bacia sedimentar de Barreirinhas, caracterizada por sua constituição à base de areias e argilas não consolidadas, originária do período quaternário da era cenozoica (Feitosa; Trovão, 2006). A Figura 3 mostra a configuração do relevo na área da pesquisa e adjacências.

Figura 3 - Mapa Geomorfológico da região da MA-315



Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

A área de dunas ao sul da desembocadura do rio Novo, constitui-se em formações mais antigas, cobertas de vegetação (dunas fixas) ao passo que aquelas ao norte do lago da Tábua são basicamente dunas móveis, mais recentes, deslocando-se em sentido Nordeste-Sudoeste. Essa movimentação constante das

dunas, impulsionadas pelo vento, altera significativamente a paisagem da região, sufocando e extinguindo lagoas e canais hídricos e aterrando superfícies rebaixadas adjacentes. À medida que algumas dunas vão se distanciando das áreas de maior incidência de vento, gradativamente começam a perder mobilidade e, conforme uma vegetação pioneira começa a se desenvolver sobre elas, vão paulatinamente, tornando-se semifixas e posteriormente fixas. Na foto da Figura 4, é possível observar banhistas aproveitando um dia de sol nas dunas e lagoas interdunares que existem nos Pequenos Lençóis, às margens da rodovia MA-315.

Figura 4 - Banhistas em lagoa interdunar, à margem da rodovia MA-315

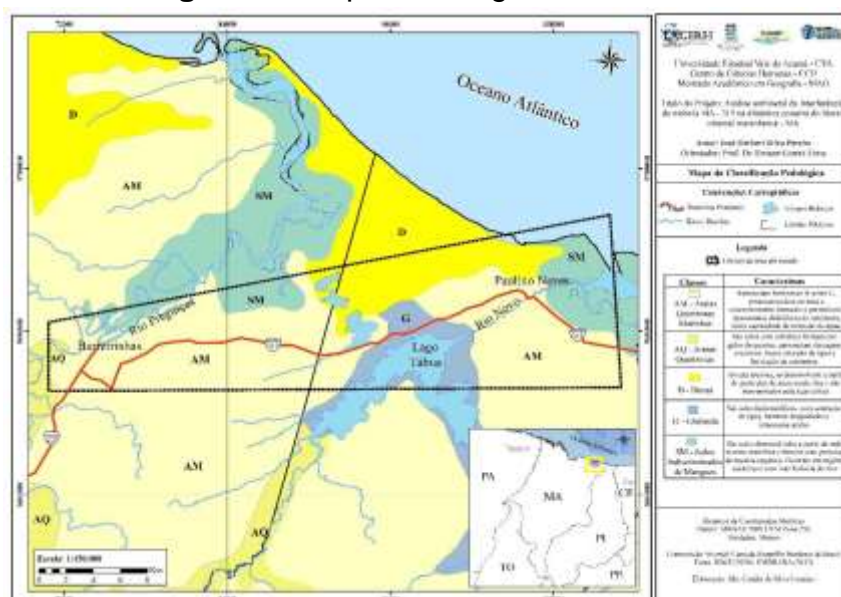


Fonte: Acervo dos autores (2019).

Aspectos Pedológicos, pode-se inferir que o solo da área de estudo é predominantemente do tipo Neossolo Quartzarênico (arenoso). Embora, de acordo com a classificação oficial do IBGE, existem, na região, solos do tipo Neossolo Quartzarênico, Gleissolo, solo do tipo Dunas e solos Indiscriminados de Mangue (IBGE, 2020). Os Neossolos Quartzarênicos típicos da região são caracterizados por apresentarem altas profundidades, textura arenosa e coloração clara a amarela. Por sua elevada concentração de quartzo, são extremamente porosos e permeáveis, fatores que, aliados à baixa concentração de matéria orgânica e micronutrientes, dificultam a prática agrícola.

Os Gleissolos são solos hidromórficos encontrados em regiões que estão permanentemente ou periodicamente em contato com a água das chuvas ou das margens de cursos hídricos. São solos caracterizados pela alta humidade e tons de cores cinza, verde ou azul. Na área da pesquisa, estes solos são encontrados principalmente na planície lacustre do lago da Tábua e, no passado, eram bastante aproveitados para o plantio de arroz. Na Figura 5, encontra-se detalhada a distribuição dos tipos de solo na área da pesquisa.

Figura 5 - Mapa Pedológico da MA-315



Os solos indiscriminados de mangues existem nas áreas de confluência das águas dos rios Preguiças e Novo com as águas do oceano Atlântico. Até onde a água do mar tem influência sobre a calha dos rios, nos períodos de maré cheia, gradativamente se formam, caracterizados pela coloração escura e forte odor de matéria orgânica em decomposição. No rio Novo, a partir da cidade de Paulino Neves, a jusante, encontra-se em curso um processo de salinização das águas fluviais, o que estaria provocando o surgimento de espécies vegetais típicas de mangues em áreas marginais antes cobertas de espécies típicas da mata ciliar. Há, também, a presença de peixes de água salgada no rio.

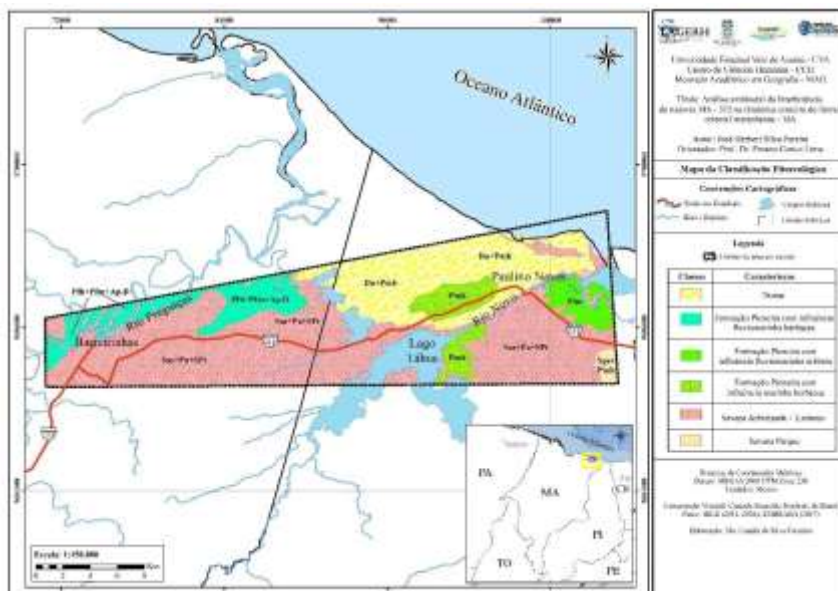
No que desrespeita à vegetação da área de estudo, é bastante diversificada, pois a região se encontra em uma grande faixa de transição entre os

biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga (Aragão; Conceição, 2008). Além disso, a proximidade com o Oceano Atlântico exerce grande influência sobre a vegetação local, por conta dos solos quartzosos e dos ventos marinhos carregados de salsgem. A vegetação na área dos Lençóis Maranhenses apresenta espécies típicas da Floresta Amazônica (*Abarena cochelata*), do Cerrado (*Himathantus articulatus*) e da Caatinga (*Cereus pernambucensis*) (Santos, 2008).

Por uma questão de escala, o IBGE classifica a região como integrante do bioma Cerrado e sistema Costeiro-Marinho, mas essa é uma denominação bastante genérica e não detalhada do mosaico vegetacional, típico das faixas de transição, existente na região do extremo nordeste do estado do Maranhão.

Porém, o próprio IBGE, em outra publicação, por meio da plataforma BDiA, discrimina a existência de, no mínimo, seis formações na área: Formação Pioneira, com influência fluviomarinha arbórea (Manguezais), Dunas (e restingas), formação pioneira com influência fluviomarinha herbácea, formação pioneira com influência marinha herbácea (Campos Salinos), Savana Arborizada (mais ecótono de contato entre savana e formações pioneiras com influência marinha) e Savana Parque (Figura 6).

Figura 6 - Mapa de cobertura vegetal na área de estudo



Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Tal classificação foi adotada neste trabalho, por se mostrar a mais fidedigna, a partir da constatação feita *in loco*, durante os trabalhos de campo. O ecótono a que se refere a classificação do IBGE é uma formação bastante heterogênea, predominante nas áreas de tabuleiros, onde, pode-se encontrar facilmente espécies típicas, não só da restinga e do cerrado, mas também, da floresta amazônica (Figura 7). Na Figura é possível verificar a cobertura vegetal típica dos tabuleiros da região, que apresenta arbustos retorcidos e a presença de gramíneas. O solo profundo e arenoso, pobre em fertilidade, também, se evidencia.

Figura 7 - Vegetação ecotonal sobre solo quartzarênico, no povoado Bosque



Fonte: Acervo dos autores (2019).

Nesse ambiente de solos arenosos e profundos, são facilmente encontrados: Fava d'anta (*Dimorphandra mollis*), Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Tucunzeiro (*Bactris setosa*), Mucunã (*Dioclea grandiflora*) e Puçá (*Mouriri guianensis*). Nas áreas de restinga, mais próximas ao oceano atlântico, onde predominam os campos de dunas fixas e móveis, além da planície de deflação, podem ser encontradas espécies, como: Guagirú (*Chrysobalanus icaco* L.), Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e Muricizeiro (*Byrsonima crassifolia*).

CONSIDERAÇÕES

O espaço geográfico na área da rodovia MA-315, na região dos chamados Pequenos Lençóis Maranhenses pode ser considerado um grande mosaico paisagístico, formado por uma impressionante variedade de ambientes e sistemas naturais decorrentes da interação principalmente entre clima, geologia e oceano atlântico. Tais fatores fizeram com que grandes quantidades de areias quartzosas, originárias da plataforma continental do Oceano Atlântico, formassem um gigantesco depósito superficial de material sedimentar, que se manifesta, ora na forma de extensos tabuleiros pré litorâneos, ora nas feições típicas da planície litorânea (dunas, praias e manguezais).

Tais singularidades geológicas e geomorfológicas, aliadas à localização da área, que fica na faixa litorânea nas cercanias de três grandes biomas (Amazônia, Caatinga e Cerrado), proporcionaram uma composição florística, também, ímpar, e carente de estudos mais aprofundados. Nesse sentido, a despeito da classificação geral do IBGE, que coloca a região, por uma questão de escala, dentro do domínio do Cerrado, em uma análise mais minuciosa, pode-se verificar claramente a grande variedade de espécies, também, da Caatinga e da Amazônia, além daquelas que são típicas de formações de restinga.

Por conto de todas essas especificidades naturais, e da fragilidade ambiental dos sistemas ali localizados, o governo do estado do Maranhão criou uma Área de Proteção Ambiental (APA) na região. A APA da Foz do Rio das Preguiças – Pequenos Lençóis – Região Lagunar Adjacente. A despeito da criação dessa APA, a população vem crescendo rapidamente na região, assim como o turismo e a atividade de geração de energia eólica, o que torna necessário que o poder público, grupos empresariais e a sociedade civil em geral, estejam conscientes dos riscos que tais crescimentos significam para os sistemas naturais descritos neste artigo.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. G; CONCEIÇÃO, G. M. da. Myrtaceae: espécies das subtribos Eugeniinae, Myrciinae e Myrtiinae registradas para o estado do Maranhão. **Revista Sinapse Ambiental** 1: 7-17. 2008.

BERTALANFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações. Rio de Janeiro, Editora Vozes, 2010, 181p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega** - O Espaço Geográfico Em Análise, 8. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389>. Acesso em: 20 mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>

FEITOSA, A. C; TROVÃO, J. R. Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Grafset, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020) Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15829-solos.html>. Acesso em: 20 mai. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estado do Maranhão: Pedologia** - Mapa exploratório dos Solos. 2011. Escala: 1:1400000. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/ma_pedologia.pdf. Acesso em: 20 mai. 2023.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Enciclopédia dos Municípios Maranhenses: Lençóis Maranhenses / São Luís, 2020.v. 5: il; 222 p. Disponível em: <https://imesc.ma.gov.br/portal/Post/view/enciclopedia-dos-municipios/344>. Acesso em: 20 mai. 2023.

INPA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: www.inpe.br. Acesso em: 20 mai. 2023.

PEREIRA, J. H. S; LIMA, E. C. Alterações ambientais causadas por rodovias em áreas costeiras do estado do Maranhão: O caso da MA-315. Anais do XV ENANPEGE. Palmas - TO: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV187_MD6_ID3065_TB1004_07112023202839.pdf. Acesso em: 30 dez. 2023.

SANTOS, J. H. S. dos. **Lençóis Maranhenses atuais e pretéritos**: um tratamento espacial. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2008. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=9CQttzYAAAAJ&citation_for_view=9CQttzYAAAAJ:LkGwnXOMwfcC. Acesso em: 20 mai. 2023.

SOTCHAVA, V.B. O estudo dos geossistemas. Métodos em Questão, n.16, São Paulo, IGOUSP, 1977.