



Revista Contexto ISSN 2595-7236 GEGRÁFICO

Universidade Federal de Alagoas - Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente
Recebido em: 15/08/2023
Aceito para publicação em: 10/09/2023

Programa de Pós-Graduação em Geografia
<http://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico>

GEODIVERSIDADE DE MACAU/RN: AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS LOCAIS DE INTERESSE ABIÓTICO

Fernando Eduardo Borges da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UERN, Brasil
fernando100borges00.1@gmail.com

Matheus Dantas das Chagas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil
matheuschagas@outlook.com

Francisco Hermínio Ramalho de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil
netinhoserra.sr@hotmail.com

Isa Gabriela Delgado de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil
isiinhad@hotmail.com

Marco Túlio Mendonça Diniz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil
tuliogeografia@gmail.com

RESUMO – A geodiversidade é uma das mais importantes áreas das geociências, e presta um papel fundamental na busca por uma conservação ampla dos ambientes abióticos, o presente estudo tem como objetivo realizar o inventário dos locais de interesse da geodiversidade do município de Macau no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Durante a produção do mesmo, foram identificados quatro sítios de notável interesse: os Desertos Hipersalinos, o Estuário da Ponta do Tubarão, o afloramento do Magmatismo Macau e o Domo do Mangue Seco. Com os mesmos sendo avaliados qualitativamente, com todos destacando-se por peculiaridades únicas no contexto regional e até mesmo nacional. O produto realizado na presente pesquisa fornece subsídios essenciais para futuras avaliações quantitativas e medidas de geoconservação e geoturismo.

Palavras-chave: Geodiversidade, Macau/RN, Avaliação Qualitativa, Geoconservação e Geoturismo.

GEODIVERSITY OF MACAU/RN: QUALITATIVE ASSESSMENT OF PLACES OF INTEREST

ABSTRACT – Geodiversity is currently one of the most important areas of geosciences, and plays a fundamental role in the search for a broad conservation of abiotic environments, the present study aims to carry out an inventory of places of interest of geodiversity in the municipality of Macau in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. During its production, four sites of notable interest were identified: the hypersaline deserts, the Ponta do Tubarão estuary, the Macau magmatism outcrop and the dry mangrove dome. With them being evaluated qualitatively, with all standing out for unique peculiarities in the regional and even national context. The product carried out in this research provides essential subsidies for future quantitative assessments and measurements of geoconservation and geotourism.

Keywords: Geodiversity, Macau/RN, Qualitative Assessment, Geoconservation and Geotourism.

INTRODUÇÃO

O estudo das ciências da terra tomou múltiplas faces ao longo de sua história, acompanhando e sendo influenciada de perto pelas correntes de pensamento e visões de mundo imperantes em seus respectivos momentos históricos. Entretanto, a pauta ambiental, que ganha notoriedade a partir do fim da segunda guerra mundial, e que desde então nunca retrocedeu em papel de relevância, teve um início tardio em meio das ciências da terra.

O espaço destinado as preocupações a respeito da proteção e conservação do meio ambiente, esteve na maior parte do tempo voltado exclusivamente a biodiversidade, com pouca ou nenhuma relevância dada ao meio abiótico, mesmo esse fornecendo suporte direto ou indireto a todas as formas de vida conhecidas, e sobretudo as atividades humanas.

Entretanto, com o surgimento e difusão do conceito de geodiversidade, nas últimas três décadas, a problemática começou a obter relevância que necessita. O meio abiótico, que a priori era considerado indestrutível e infinito, no imaginário popular e de certa forma também no acadêmico, começa a ser considerado finito, e passível de desaparecimento da superfície terrestre. Segundo Brilha (2005, p.17) apenas na década de 1990, a geodiversidade começa a obter relevância, devido sobretudo ao fato da exploração desenfreada de seus recursos e objetos de estudo, com a escassez dos bens abióticos obtendo notoriedade.

Esse período de desenvolvimento intenso foi responsável pela elaboração de diversos conceitos, por vários autores, para o presente texto, a geodiversidade será entendida de acordo com o conceito formulado por Gray (2013, p.12) que a define como “a faixa natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de relevo, topografia, processos físicos), solo e hidrológicas. Inclui seus conjuntos, estruturas, sistemas e contribuições para paisagens”.

Com base na emergência do tema, frente ao cada vez maior risco de degradação e destruição. Devido sobretudo ao nível mecanizado de intervenção e impacto antrópico. O objetivo do presente texto se estabelece em realizar o inventário dos locais de interesse da geodiversidade no município de Macau, no litoral setentrional do Rio Grande do Norte.

ÁREA DE ESTUDO

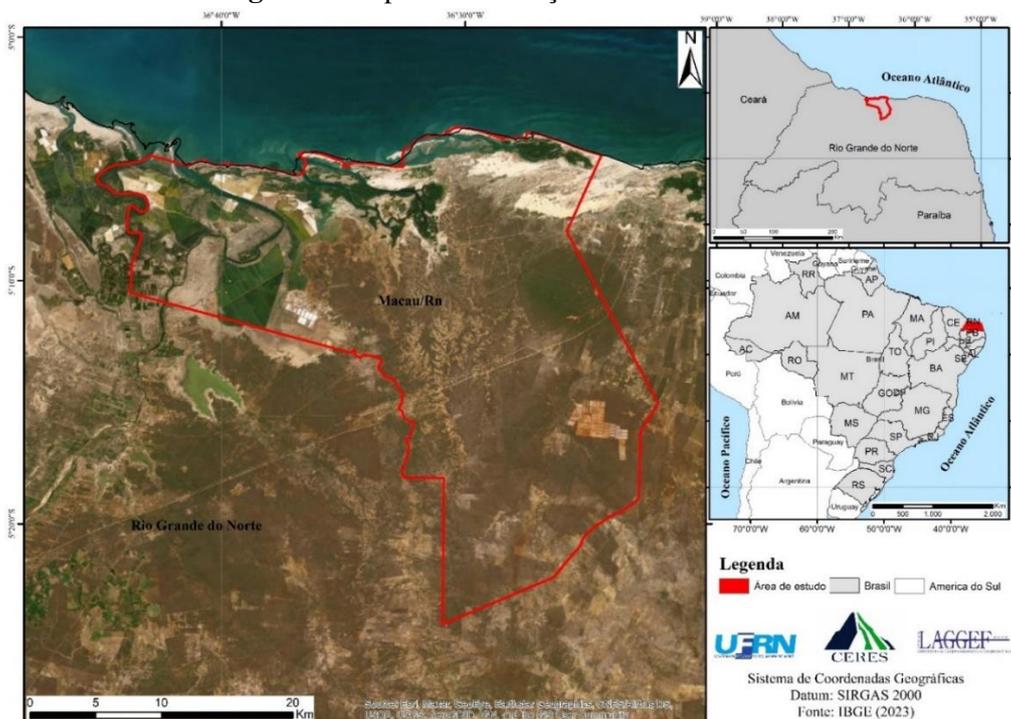
Como pode ser observado na Figura 1, a área de estudo se localiza no centro do litoral setentrional do Rio Grande do Norte, nas coordenadas aproximadas de 5°6'41" S, 36°37'34" O. A linha de costa tem aproximadamente 40 km de extensão, com o município de Macau/RN contando com uma área de aproximadamente 775 km². A economia gira principalmente em torno da atividade salineira, aquicultura, turismo e o setor de serviços. A atividade salineira tem maior proeminência, sendo responsável junto aos demais locais de exploração da costa branca potiguar pela produção de mais de 97% do sal marinho brasileiro Diniz (2013, p.25).

Suas paisagens se desenvolvem em um clima semiárido mediano, com uma precipitação média anual entre os 500 – 600 mm Diniz e Pereira (2015). Toda a área está inserida na Bacia Potiguar, com suas principais unidades litológicas sendo a Formação Jandaira, Grupo Barreiras, Basalto Macau e depósitos fluvio-marinhos e litorâneos (Angelin, Medeiros e Nesi, 2006). Os solos que se desenvolvem sobre os mesmos correspondem a Latossolos vermelho-amarelo, Neossolos Quartzarênicos, Argissolos e Gleissolos (Embrapa, 1964).

Existe na área de estudo, uma reserva destinada a proteção ambiental é a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDS), criada pelo decreto estadual N° 8.349 de 18 de junho de 2003 e detém uma superfície de 12.960 ha, que extrapola os limites do

município de Macau, com o restante localizados em Guamaré. Destinadas a princípio apenas a conservação da biodiversidade dos ecossistemas.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2023).

REFERENCIAL TEÓRICO

A conferência de Estocolmo realizada em 1972, desenvolvida pela Organização das Nações Unidas - ONU na Suécia, representou um importante marco na luta pela preservação do meio ambiente, sendo o primeiro encontro para tratar das questões ambientais e sobre as mudanças climáticas, após Estocolmo sucederam várias outras conferências resultando em uma atenção global para o tema.

Os holofotes sempre estiveram voltados para as mudanças climáticas e proteção do meio biótico, com pouca ou nenhuma importância dada a preservação do meio abiótico. O substrato terrestre qual oferece suporte para toda a vida biótica do planeta permaneceu por muito tempo esquecido, enquanto sua exploração sempre esteve em progressão, passando de uma maneira tímida nos tempos antigos a uma desenfreada, intensiva e insustentável extração, para alimentar não apenas a população crescente, mas todo os periféricos que vieram a sustentar a sociedade contemporânea (Brilha, 2005).

A geodiversidade ao que tudo indica surge por volta dos anos 1990, ocorre a inexistência quanto ao autor, local e ano em que foi proposta, com a definição mais aceita como pioneira, sendo oriunda da Tasmânia na Austrália, concebida por Sharples (1993), que em busca da conservação geológica e geomorfológica. Gray (2013) destaca que à grande atenção gerada pelas convenções internacionais sobre mudanças climáticas e de proteção do meio biótico (biodiversidade) na década de 90, como exemplo a Rio - 92, ocultou de certa forma a propagação do equivalente abiótico (geodiversidade).

Seu primeiro apelo para a proteção ambiental pode ser verificado nas obras em língua alemã de Wiedenbein (1994), que segundo Gray (2004) buscava a conservação dos Geótopos, com objetivo de atentar para preservação do meio abiótico “Geoconservação”. Até meados da década de 2000 ocorreram poucas publicações em língua portuguesa, com a mais difundida delas oriundas de um livro de nacionalidade portuguesa em: Brilha (2005).

Tendo em vista a pluralidade de conceitos, pretende-se deixar claro que para melhorar a inteligibilidade do trabalho consideraremos, o definido por Gray (2013, p.12) que a exceção do clima inclui todos os fenômenos diretos ou indiretos das geociências, para o mesmo a geodiversidade corresponde a “faixa natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de relevo, topografia, processos físicos), solo e hidrológicas. Inclui seus conjuntos, estruturas, sistemas e contribuições para paisagens”.

A noção de patrimônio inserida no imaginário popular, pode ser traduzida como “herança” um conjunto de bens com algum valor, que são transmitidos de geração a geração. Expandindo a discussão sobre o mesmo, podemos notar que os bens, necessariamente não são apenas de valor econômico, podendo ter valores tangíveis e intangíveis como é o caso do patrimônio cultural, patrimônio artístico e histórico. Outro ponto é a proteção, tendo essa o intuito manter o patrimônio, a fim de perpassá-lo a gerações futuras, sejam elas de uma localidade, região ou mundial. A perspectiva de herança fica evidente, em Borba (2011, p.07) em que “O termo Geopatrimônio designa a herança outorgada a esta e às futuras gerações pela evolução do planeta terra, a qual é digna de valorização e conservação”.

Os Geossítios podem ser compreendidos de acordo com Brilha (2005, p.52) como o locais de “ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer em resultado da acção de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro”.

Com base na leitura de Lopes (2017, p.46) que destaca não apenas os geossítios, mas insere os locais de relevante interesse e também os valores necessários, o geopatrimônio pode ser entendido como:

“conjunto de locais de relevante interesse, de natureza abiótica, em uma determinada área, aos quais são atribuídos valores (científico, cultural, didático, turístico, estético, ecológico, dentre outros), de acordo com os objetivos da avaliação e que são reconhecidos pela comunidade científica e pela comunidade local.” Lopes (2017, p.46)

METODOLOGIA

A pesquisa necessitou de trabalhos no campo teórico e prático. Totalizando três etapas, a primeira delas foi o levantamento bibliográfico e cartográfico para compreensão do quadro ambiental da área de estudo, assim como o entendimento sobre o aspecto situacional da mesma tocante a produção de conhecimento. A segunda correspondeu as atividades de campo, para in situ realizar o preenchimento da ficha de inventario, que seguiu o modelo proposto em Araújo (2021), assim como realizar a produção de material fotográfico e coleta de dados e amostras. A terceira e última consistiu na tarefa de sistematização dos dados coletados e construção do inventário.

A avaliação busca selecionar os locais com maior potencial e interesse da geodiversidade. A noção qual alicerça a pesquisa se respalda na exposta em Sharples (2002) e Brilha (2005) na qual busca realizar de forma sistemática e estratégia uma inventariação na área de estudo, buscando identificar os locais que carecem de uma geoconservação.

Na etapa de inventário é necessário estabelecer uma ordem lógica de representação dos sítios, incluindo algumas questões centrais apontadas por Lima, Brilha e Salamuni (2010) como: tópico (o que se pretende avaliar), valor (valores considerados centrais), escala (área atendida pela proposta) e uso (objetivo a ser atingido). Araújo (2021) descreveu os pontos que pretende alcançar em sua metodologia, como pode ser visto na Figura 2 abaixo.

Figura 2: Questões centrais para a avaliação qualitativa.



Fonte: Araújo (2021) adaptado de Lima, Brilha e Salamuni (2010).

A execução da etapa acima é feita por meio de uma metodologia própria de avaliação qualitativa, que são utilizadas com o intuito de simplificar e diminuir ao máximo subjetividade inerente a características como o “belo”, “Imponente” e “relevante”. A ficha que melhor se encaixou com a perspectiva trabalhada, foi a desenvolvida por Araújo (2021), para atender as especificidades do Geomorfopatrimônio do município de Icapuí/CE, área semelhante à aqui estudada, com suas características naturais bastante aproximadas a área de estudo da presente pesquisa, a versão utilizada no presente texto será feita com base em algumas atualizações pertinentes da metodologia, realizadas por Silva (2022).

Como pode-se constatar em Araújo (2021) a ficha de inventário se divide em setores com o objetivo de elencar as potencialidades físicas, paisagísticas, didático-científicas, fragilidade ambiental, acesso e de serviços abióticos do ecossistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

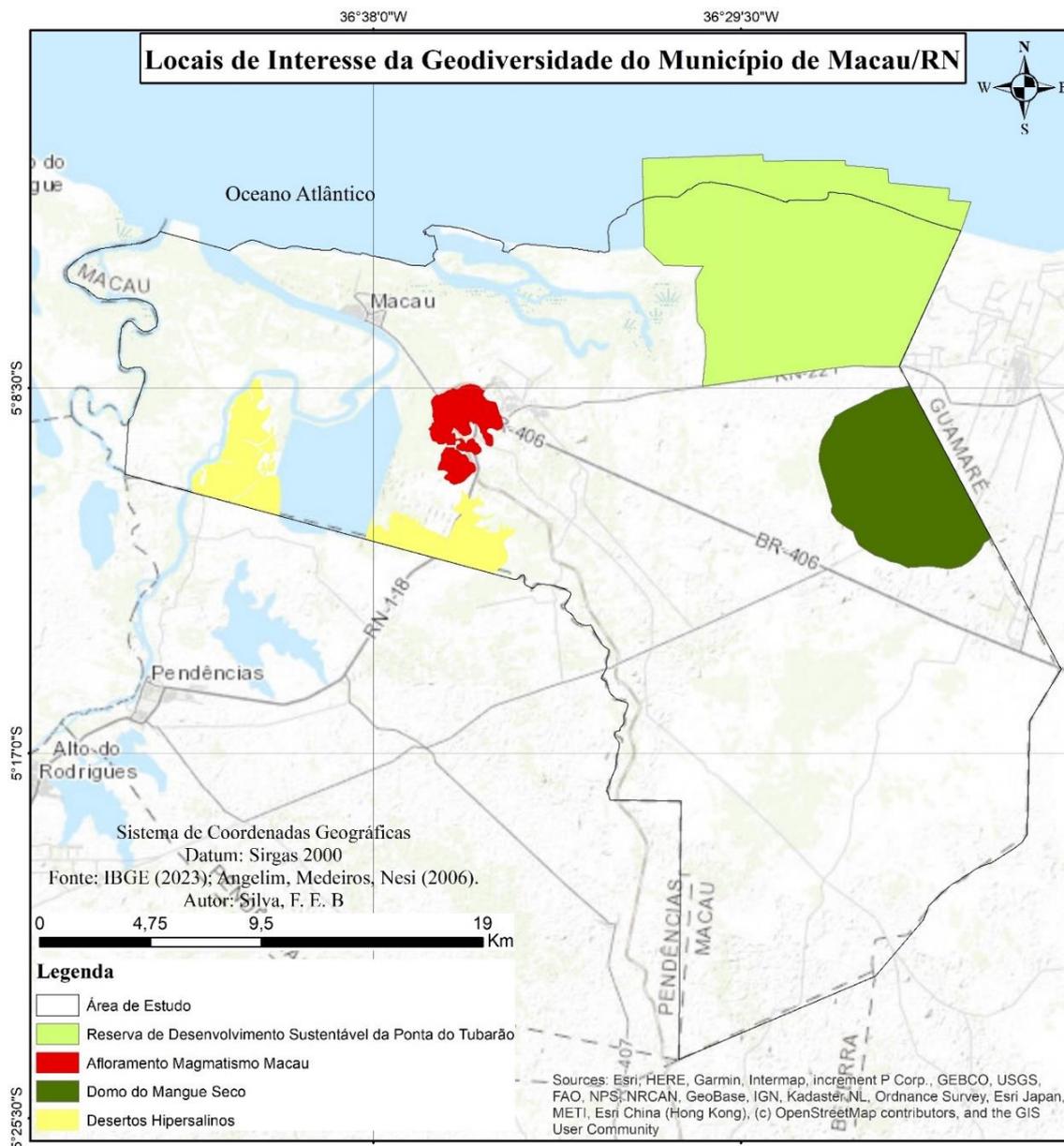
A atividade de inventário consistiu na seleção e qualificação dos sítios, com a análise dos fatores de relevância tangentes a geodiversidade, em locais de interesse que apresentem potencial para se concretizarem em geossítios e geomorfossítios, a atividade estabelece suas bases nas propostas de inventário de Reynard (2016) e Brilha (2016) que enfatizam a importância do inventário em campo.

Como pode ser visto na Figura 3, durante as atividades de campo realizadas, foram selecionados 04 locais de interesse: Deserto Hipersalino, estuário da Ponta do Tubarão, Domo do Manguê Seco e Magmatismo Macau. Inventariados de acordo com a metodologia de Araújo (2021) em concordância com sua ficha de avaliação qualitativa (anexo 01) com pontuais alterações realizadas em Silva (2022).

O sítio denominado de Deserto Hipersalino, corresponde as planícies fluviomarinhas, principalmente do canal principal do rio Piranhas-Açu, podem ser observados em Macau, ocorrendo em menor expressão nos municípios limítrofes de (Carnaubais e Pendências e Porto do Manguê), sua denominação se deve a seu valor simbólico, que deriva de suas características fisiográficas.

Em síntese, o sítio consiste em extensas e baixas planícies com aparência desértica, ocasionadas pela alta salinidade do solo. A mesma é oriunda das marés de sizígia, que cobrem toda a área e devido sua baixa altitude, salinizando o solo e tornando-o praticamente estéril. Soam-se ainda a pouca quantidade de chuvas, típicas do clima semiárido qual está inserida, assim como a baixa vazão dos rios e o substrato impermeável, que não conseguem gerar um ambiente estuarino que possibilite a presença dos manguezais, uma das poucas espécies vegetais que habitam a área é a algaroba (*Prosopis juliflora*), a espécie invasora, é oriunda dos andes peruanos, adaptada a climas desérticos e de alta salinidade dos solos Patnaik e Abbasi (2017).

Figura 3: Locais de interesse da geodiversidade no município de Macau/RN



Fonte: Autores (2023).

Sua acessibilidade é em demasia facilitada, pela presença das rodovias estaduais RN-404 e RN-118 que passam sobre a mesma, além de algumas estradas e trilhas utilizadas pela população local, que as empregam para cortar caminho e acessar a outra margem do canal do rio Piranhas-Açu. As condições de observação são excelentes, devido ao caráter plano do local que proporciona visibilidade a longa distância. O sítio tem grande amplitude, classificado segundo a metodologia de Araújo (2021) como zona, com área superior as 1000 ha.

Tem destaque proveniente do conteúdo geomorfológico, de tipologia sedimentar, submetida a uma APP (Área de Preservação Permanente) de ambientes estuarinos. Os serviços ecossistêmicos da geodiversidade centram-se na regulação, não apresentando outra modalidade, ocorre devido ao ciclo sedimentar e hidrológico, com a área tendo importante papel para os

mesmos. O sítio não apresenta nenhum obstáculo a observação, com potencial uso científico e turístico, o uso turístico se encaixa nas tipologias do geoturismo e estudos.

A litologia é completamente terrígena, com o material de origem aluvial e marinho, tendo origem recente, datada sobretudo do holoceno, os depósitos se dão na forma de depósitos fluvio-marinhos, extremamente planos, com menos de 03% de declividade, em razão da baixa declividade não apresenta feições dessecativas de nenhum tipo, ocorrendo muito sutilmente uma erosão laminar, a classe de solos predominante é de gleissolos sálicos. Devido a aparência desértica apresenta um baixo contraste de cores, com as quatro identificadas, sendo referentes ao solo (cinza), a vegetação (verde, quando ocorre) e ao céu (azul) e o branco acinzentado dos (cristais de sal) que cristalizam em algumas poças.

No tocante a análise da paisagem, segundo a metodologia de Tricart (1977), o ambiente pode ser classificado como ambiente estável, muito por causa das características físicas do sítio, que contribuem para um baixo nível de erosão de solos, com os processos de deposições sedimentares destacando-se. Os sedimentos que agradam as planícies têm origens distintas, tanto em granulometria (indiscriminada), variando conforme a proximidade com os canais principais dos rios, assim como com a proximidade do oceano.

Para compreender o nível de impacto antrópico no sítio é necessário delimitar sua área, com a mesma podendo ser dividida em duas partes, uma próxima a costa e outra situada mais ao interior do continente. Na primeira, o impacto antrópico é muito alto, com a paisagem sendo completamente alterada, a planície hipersalina da lugar aos tanques evaporação, para produção de sal marinho e aos tanques de carcinicultura, Figura 4. A segunda, por outro lado, devido a algumas características, como sua localização distante da costa inviabiliza as atividades mencionadas anteriormente, com o impacto humano sendo notado apenas de forma indireta, em estradas, presença de animais, sobretudo o gado bovino entre outros.

Figura 4: Diferentes feições identificadas nos Desertos Hipersalinos.



Fonte: foto de Jucielho P. Silva (2022), edição: Autores.

Embora seja um sítio de absoluta singularidade no contexto nacional, o mesmo não apresenta um reconhecimento à altura, visto a completa inexistência de ferramentas que possibilitem sua

compreensão, sendo esse um ponto negativo, que necessita ser enfatizado, pois existe uma falsa ideia de que no território brasileiro não existe a presença de desertos, todavia o sítio compartilha mais características com estes, do que com qualquer outro ecossistema encontrado em território nacional.

Considerando apenas a fisionomia, não há diferenças gritantes entre o sítio e os demais desertos encontrados mundo a fora, a Figura 5 corrobora com a afirmativa exposta, onde é possível visualizar na imagem a formação de dunas embrionárias, além de ao fundo ficar visível a poeira intensa que formam as mesmas e deixam opaco o horizonte, em parte assemelhando-se as tempestades de poeira, típica de ambientes áridos.

O material que formam as dunas embrionárias é oriundo das deposições do baixo curso Rio Piranhas-Açu, onde, devido à baixa energia deposita sedimentos finos, com as dunas sendo compostas por partículas de areia fina e de argilas.

Figura 5: Dunas embrionárias encontradas no interior dos Desertos Hipersalinos.



Fonte: Borges (2022).

Um ponto muito positivo é o seu potencial uso didático que se enquadra perfeitamente a todos os níveis do ensino, desde o fundamental e público geral ao médio e superior, com diversas análises sendo possíveis de realizar na área. O local ainda conta a ausência de riscos ao visitante, com o mesmo não apresentando nenhum tipo, mesmo considerando as diferentes faixas etárias.

O sistema estuarino da ponta do tubarão, situa-se na porção nordeste do município de Macau/RN, o ponto de coleta de dados e análise in-situ está localizado nas coordenadas 5°55'7''S e 36°26'58''O. Apresenta uma área aproximada de 1000 hectares, de fácil acesso, com a comunidade de Diogo Lopes estabelecida ao lado da mesma, facilitando o acesso, assim como favorecendo as condições de observação.

O sítio está submetido a preservação legal direta, com a área inserida na Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Ponta do Tubarão, criada através da Lei Estadual nº 8.349 de 18 de julho de 2003. A utilização atual é sobretudo florestal, urbana e turística, um turismo na maior parte das vezes escolar. O uso potencial é muito alto, apresentando potencialidade em praticamente todos os critérios, turístico, científico, econômico e didático.

O turismo poderia se encaixar nas modalidades do ecoturismo, sol e praia, geoturismo, e um turismo de estudos. Não foram identificadas trilhas em meio a reserva, mas caminhadas as margens do estuário, assim como passeios de barco em direção as várias ilhas e locais de banho são ofertados

pela população local. O único risco identificado a um turista seria os riscos inseridos no passeio de barco. Ainda inserida no tópico de turismo, o sítio coleciona importantes ferramentas de compreensão, com a presença in-situ e ex-situ de placas, painéis, totens e sites.

Os serviços ecossistêmicos providos pelo meio abióticos identificados foram de provisão (alimento/pesca), serviços de regulação (regulação de riscos naturais, regulação de erosão), serviços de suporte (fornecimento de habitats) e por fim os serviços culturais e de conhecimento (caráter paisagístico local, geoturismo e lazer, significados culturais, monitoramento ambiental).

Quanto ao enquadramento geral, a tipologia do sítio é completamente sedimentar, com conteúdo de interesse geomorfológico e hidrogeológico. O ambiente foi originado ao longo do holoceno, com três fontes principais de sedimentos, sendo eles aluvial, marinho e eólico. A topografia local apresenta uma planície 0 – 3% na parte do estuário e um relevo forte ondulado 20 – 45% nos campos de dunas.

Os sedimentos terrígenos finos principalmente na fração argila de origem aluvial se depositam nas margens dos córregos, na forma de planícies e delta, criando ambientes ideais para os manguezais. Os sedimentos de origem marinha, reportados por ações eólicas estão presentes principalmente na fração areia, em geral areia fina, que alimenta os campos de dunas Figura 6. Por fim, as deposições flúvio-marinhas ocorrem nas geformas de spit, ilha barreira, restingas e barras arenosas e praias.

Figura 6: Imagem aérea do sistema estuarino da Ponta do Tubarão – Macau/RN.



Fonte: Foto: Jucielho P. Silva.

No que tange a espetacularidade do local, a mesma estabelece sobre o contraste de cores, já que não apresenta uma verticalidade superior aos 50 metros. Foram identificadas 04 cores, sendo elas o verde da vegetação de mangue, o azul da água do estuário, a cor bruno-acinzentada dos solos de mangue e o branco dos campos de dunas completa o mosaico de cores do local.

Como pode ser observado na imagem acima (Figura 6) a nascente dos rios que possibilitam a mistura entre água doce e a água salgada do mar ocorre nos campos dunas interiores, conferindo uma particularidade hidrogeologia importantíssima a área, com a mesma ocorrendo em pontuais locais no nordeste brasileiro. Os extensos campos de dunas que se

estendem até o interior do continente armazenam as águas do período chuvoso, que em geral segundo Diniz e Pereira (2015) duram de três a quatro meses do ano, com as águas armazenadas nesse período escoando lentamente em direção ao litoral, assumindo a morfologia fluvial já próximo a costa.

O ecossistema de mangue é totalmente dependente dessa dinâmica hidrogeologia, sendo impossível, o ambiente assim como todos os serviços prestados pelo mesmo existirem sem o aporte de água doce.

As características referentes a análise da paisagem caracterizam o ambiente como fortemente instável, apesar de apresentar interferência humana sobre a mesma, ocorre de maneira sustentável, sem riscos de deterioração, com as principais ameaças centradas na fragilidade do ambiente frente a mudanças climáticas e concomitantemente eustáticas.

As particularidades ambientais e culturais favorecem o potencial didático da ponta do tubarão, com a mesma podendo ser utilizada para trabalhos em todos os níveis do ensino básico, médio e superior. O grande potencial da área do ponto de vista científico pode ser notado no montante de trabalhos (monografias, artigos científicos, dissertações e teses) que inserem a ponta do tubarão como área de estudo.

O Domo do Mangue Seco ou Serra do Mangue Seco, localizado na porção oriental do município de Macau/RN, com uma pequena parte ultrapassando os limites municipais ocupando parte do município de Guamaré. Durante a atividade de campo foi visitado dois pontos um na base para visualizar os aspectos paisagísticos a partir de uma visão panorâmica nas coordenadas 5° 8'2.01"S; 36°27'19.76"O na margem da rodovia estadual RN-221, o segundo ponto se localiza na estrada do óleo que passa sobre a serra, o ponto visitado é visto nas coordenadas 5°10'26.82"S; 36°24'30.36"O.

A acessibilidade é fácil, com as rodovias citadas acima e algumas outras carroçáveis, possibilitando a visita em diversos pontos do sítio, tanto na base quanto na parte superior da serra, conferindo assim boas condições de observação, o sítio pode ser classificado como zona, com uma área de aproximadamente 4900 hectares, não apresentando qualquer tipo de proteção legal.

Referente ao enquadramento geral, a tipologia do sítio é vulcânica Vital et al. (2014), com o conteúdo de interesse geomorfológico (ligados as fácies) e neotectônico (Domo em si). A situação administrativa é privada, sendo propriedade particular, com uso da área misto, sendo em parte rural, ocorrendo a exploração petrolífera, além da recente instalação de aerogeradores para produção de energia elétrica, visando uma futura substituição da matriz energética.

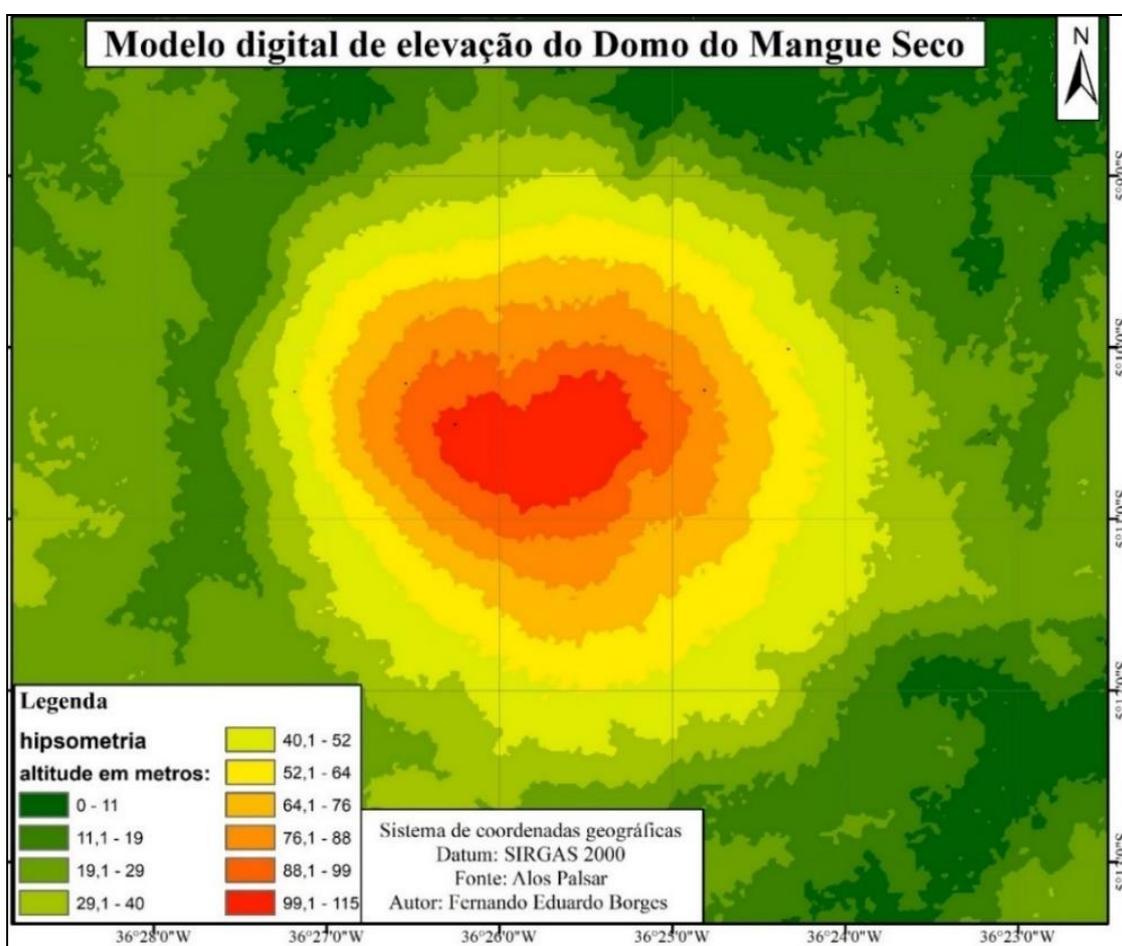
O sítio apresenta um uso potencial científico (natureza dos eventos oriundos de sua formação), econômico (reservas de petróleo e abundância de ventos para geração de energia eólica) e didático (potenciais estudos e exemplos) os estudos se concentram apenas no nível superior, devido à natureza e complexidade ligadas aos eventos de sua origem, além disso apresenta a potencialidade de realizar um turismo ligados ao geoturismo. O acervo referente as obras de produção científica são vastas, apresentado vários estudos, principalmente ligado ao campo da geologia, por causa da presença em quantidade de petróleo em subsuperfície e sua concomitante extração.

Os fenômenos e processos geológicos são provenientes da era Cenozóica, do período Neógeno, a litologia é terrígena, correspondendo a parte do tabuleiro onde havia o predomínio litológico da Formação Barreiras, que a partir dos processos epirogênicos ligados a um plutonismo, que não chegou a ocasionar extravasamento de magma, mas foi responsável pelo soerguimento de parte do tabuleiro (área circular de aproximadamente 4900 hectares) que passou de uma altitude média de 30 metros, para cotas máximas de 80 metros (Figura 07).

O plutonismo responsável pela gênese da feição teria sido ocasionado como supõe “Bezerra et al.” (2009) por um hotspot que teria passado por sua subsuperfície, ocasionando alguns outros vestígios como o Magmatismo Macau. O domo e suas particularidades, principalmente ligadas à sua origem concretizam uma excepcionalidade a contexto nacional, devido a existência de poucos locais semelhantes, principalmente na zona costeira.

Embora ocorra a diferença altimétrica, entre a base e cimeira é demasiadamente sutil, com a base localizada em um relevo plano (0 – 3%) e as vertentes em um suave ondulado (3 – 8%), em decorrência de não existirem outras elevações ao entorno, é possível facilmente individualizar a feição na paisagem Figura 8. As peculiaridades cênicas de acordo com os critérios estabelecidos em Araújo (2021) é demasiadamente discreta, não havendo um desnível altimétrico relevante impactante ao observador, assim como não é notada a ocorrência de um contraste de cores alto, sendo monótonas, portanto obtendo prejuízo quanto a avaliação estética.

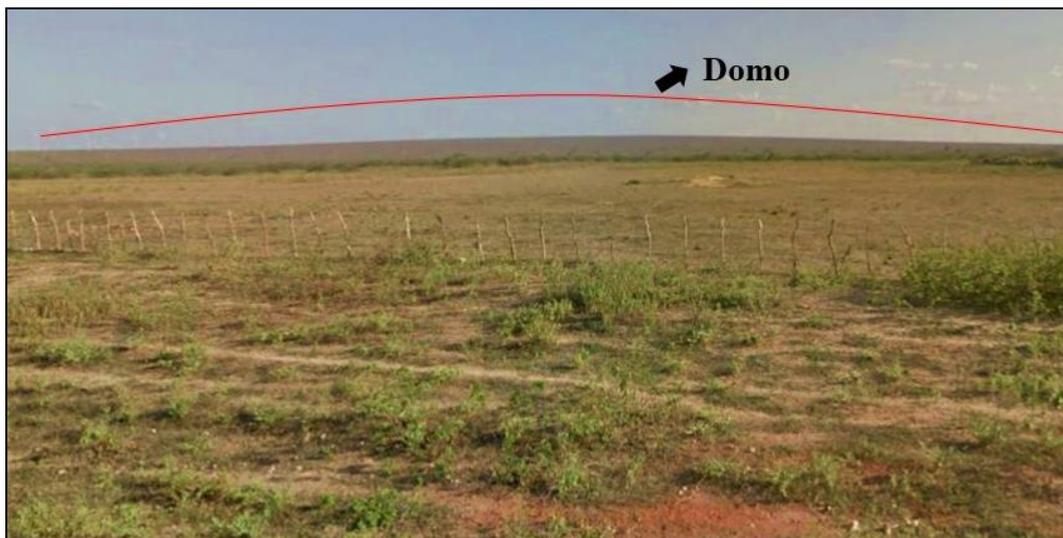
Figura 7: Modelo digital de elevação do Domo do Mangue Seco.



Fonte: Silva (2022).

No ambiente é perceptível uma forte estabilidade, devido sobretudo a seu caráter plano e na maior parte das vezes da vegetação densa, que dificulta os processos de erosão, com predomínio do intemperismo e da formação de solos, que se desenvolvem sobre um material de origem eluvial, a classe de solos predominante sendo Latossolos amarelo. Mesmo com uma interferência antrópica direta, o sítio não apresenta riscos de degradação associados a mesma.

Figura 8: Domo do Mangue Seco.



Fonte: Borges (2022).

Os serviços ecossistêmicos abióticos identificados foram: serviços de regulação (processos terrestres, geomorfológicos/pedológicos); serviços de suporte (fornecimento de habitats, instalação eólica, extração de petróleo); serviço cultural/conhecimento (geoturismo e lazer, educação locais para excursão e história da terra origem das formas de relevo).

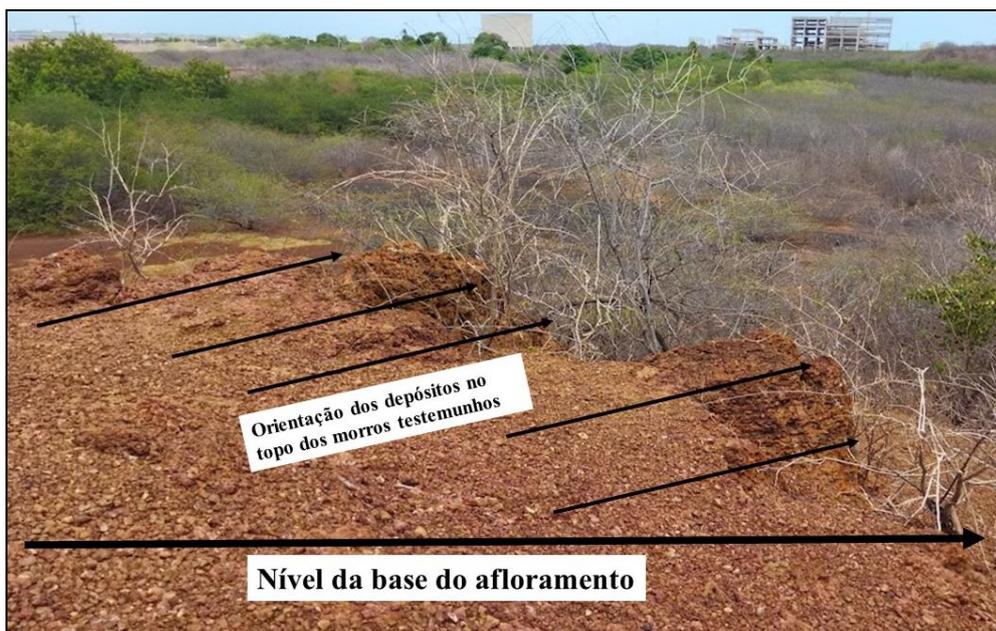
Um provável visitante que frequente o local teria dificuldade em compreender sua natureza, assim como a relevância relativo ao valor científico que apresenta, decorrente da ausência completa de mecanismos que facilitem sua compreensão (placas, panfletos, livros didáticos), um ponto positivo é a escassez de riscos ao provável geoturista.

O Magmatismo Macau corresponde a um grupo de rochas vulcânicas datadas do Paleogeno entre o Eoceno e Oligoceno (45 – 25 Ma) Bezerra et al. (2009). Os afloramentos ocorrem em alguns locais da área de estudo, todavia devido ao difícil acesso dos demais foi proposto o presente sítio, com o mesmo se localizando no município de Macau/RN, nas proximidades do núcleo urbano nas coordenadas 5°9'45.30"S e 36°36'0.40"O.

A acessibilidade ao local é moderada, sendo necessária o tráfego pela RN-118, somadas a uma estrada carroçável e uma trilha linear curta de media dificuldade para o acesso. O sitio conta com bons locais de observação, tanto da base quanto acima das elevações, sua expressividade espacial é de lugar, com aproximadamente 2 hectares. O uso atual é rural, com a área sendo de propriedade particular, assim necessitando de autorização junto aos moradores locais para visitaçao, o sítio tem potencial para outras utilizações, como uso científico, didático e turístico nas modalidades de turismo cultural, geoturismo e estudos.

Quanto ao enquadramento geral do sítio a tipologia do mesmo é vulcânica, com conteúdo de interesse geomorfológico e neotectônico, apresentando algumas estruturas dobradas Figura 09, oriundas dos processos de formação da feição. A declividade predomina em duas classes, o relevo plano 0 – 3% localizado na base e o relevo forte ondulado do morro testemunho 20 – 45%.

Figura 9: Orientação discordante da Formação Barreiras sobreposta ao sítio Magmatismo Macau.



Fonte: Silva (2022).

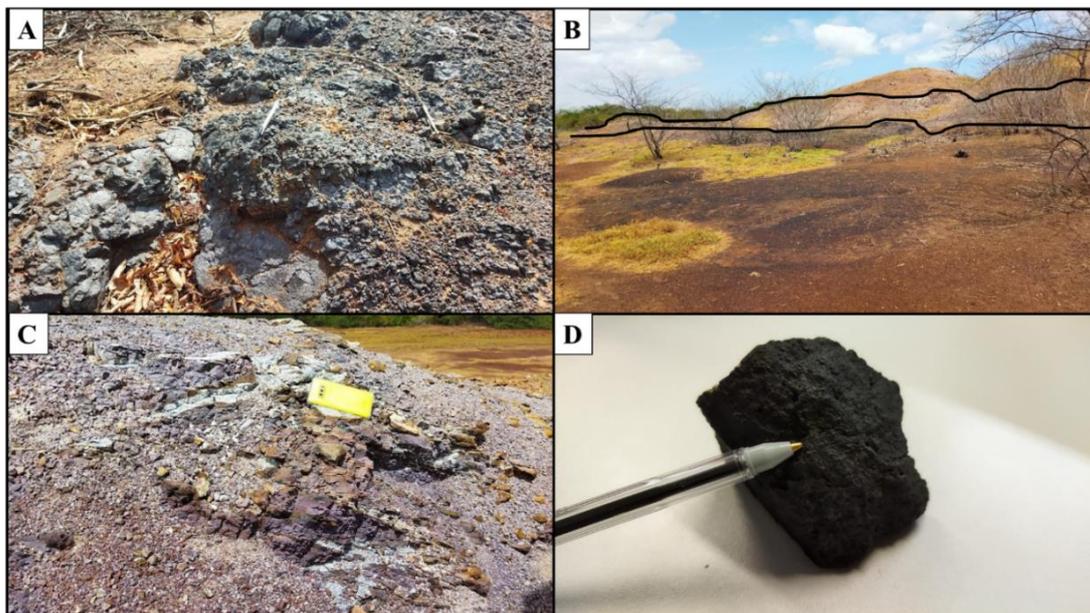
As características litológicas, correspondem ao principal ponto relevância do sítio, apresentam uma série de fatores notáveis, começando pela tonalidade máfica, pouco oxidada Figura 10-A, outro fator interessante são os diferentes níveis do afloramento, com um primeiro nível com rochas pouco intemperizadas com cor bem escura, a segundo com rochas alteradas e oxidadas e o terceiro a parte superior composta por saprólito e o solo Figura 10-B. É possível notar também a diferença em textura, granulometria e estrutura, com a parte superior do afloramento compartilhando grânulos maiores, aproximando-se dos granitos Figura 10-C com textura grosseira, enquanto a parte inferior apresenta uma textura consideravelmente mais fina Figura 10-D.

A singularidade do sítio se deve principalmente ao contraste de cores, pois o desnível da verticalidade é insuficiente, com um desnível inferior a 20 metros identificados em GPS. Foram identificadas um total de 05 cores, com essa pluralidade se devendo as rochas e o resultante de seus processos de intemperismo.

Os processos morfodinâmicos aparentes identificados foram o intemperismo, nas formas de degradação granular, termoclastia, corrosão e dissolução. Resultante da ação pluvial pode ser observados nos neossolos a erosão laminar, em sulcos de erosão e ravinas, em relação a movimentos de massa foram encontradas evidências da queda de blocos, sendo identificadas também a ação hidráulica. Relativo à análise da paisagem, dada as características fisionômicas o ambiente pode ser classificado como fortemente instável, com a interferência humana no local ocasionando impactos que resultam na constante degradação do sítio.

Para o tópico de grau de conhecimento científico o potencial didático do sítio é alto, dada a raridade do mesmo na região. O afloramento se apresenta de forma tão límpida que facilita a utilização como exemplo didático para os mais diversos níveis de ensino, desde o público geral, ensino fundamental, médio e superior. A produção científica identificada sobre o mesmo se deu na forma de artigos científicos, monografias, dissertações e teses

Figura 10: feições identificadas nos afloramentos do Magmatismo Macau.



Fonte: Silva (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou contribuir com a temática da geodiversidade, visando selecionar e qualificar os locais de interesse do município de Macau/RN, onde foi possível aplicar a metodologia de Araújo (2020) atualizada em Silva (2022) em quatro sítios, obtendo êxito, com os mesmos carecendo de destaque, visto suas particularidades naturais e notoriedade a nível nacional, já discutidas acima.

A seleção dos sítios e sua concomitante avaliação produziu dados que podem subsidiar as ações de planejamento público e respectivas medidas de geoconservação e de geoturismo, que podem ser realizados, desde que, suas ações estejam estabelecidas dentro dos limites de suporte ecológicos dos sítios. Assim, torna-se possível direcionar ações individualizadas, que atendam as características dos mesmos, seja de fomento do turismo, seja de controle de acesso de sítios vulneráveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código financeiro 001.

REFERÊNCIAS

ANGELIN, L. A. A., Medeiros, V.C., Nesi, J.R. Programa Geologia do Brasil –PGB. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala. 1:500.000. Recife: CPRM/FAPERNA, 2006. 1mapa color.

ARAÚJO, I. G. D. de. GEOMORFODIVERSIDADE DA ZONA COSTEIRA DE ICAPUÍ: definindo geomorfossítios pelos valores científico e estético. 2021. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2021.

BEZERRA et al. Geologia da folha Macau: SB.24-X-D-II. Companhia Brasileira de Recursos Minerais (CPRM), Brasília, 2009.

BORBA, A. W. de. Geodiversidade e Geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 1, n. 38, p. 03-14, 2011.

BRASIL. Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nov. 1937. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decretolei/del0025.htm>. Acesso em: 28/01/2020.

BRILHA, J. B. R. Patrimônio geológico, geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 190p.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: areview. Geoheritage 8, p. 119-134, 2016.

CALDAS, L. H. O.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. G.; MEDEIROS, W. E.; STATTEGGER, K.; VITAL, H. Geometry and evolution of Holocene transgressive and regressive barrier on semi-arid coast, NE Brazil. . Geo-Marine Letters, Amsterdam, 2006.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strict sensu. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 20, p. 3-12, 2018.

DINIZ, M. T. M. Condicionantes socioeconômicos e naturais para a produção de sal marinho no Brasil: as particularidades da principal região produtora. 2013. 227 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Fortaleza. 2013.

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas Atmosféricos Atuantes e Mapeamento de Tipos de Clima. Boletim Goiano de Geografia (Online), v. 35, p. 488-506, 2015.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, p. 565-590, 2016.

FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, L. Proposta de classificação do Patrimônio geomorfológico com vistas à construção de um banco de dados luso-brasileiro. IN: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO, 2014, Portugal. Anais..., Portugal, 2014.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Londres: John Wiley & Sons Ltd, 2004.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 495p, 2013.

LOPES, L. S. O. ESTUDO METODOLÓGICO DE AVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: APLICAÇÃO NO LITORAL DO ESTADO DO PIAUÍ. 2017. 216 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MAIA, R. P.; Geomorfologia e Neotectônica no Vale do Rio Apodi-Mossoró NE/Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica. PPGG – UFRN. Natal, RN, 2012

MAIA, R. P.; REGO BEZERRA, F. H. Inversão Neotectônica Do Relevo Na Bacia Potiguar, Nordeste Do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, n. 1, 2014.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Fluctuating Holocene sea levels is eastern and southeastern Brazil: evidence from a multiple fossil and geometric indicators. Journal of Coastal Research, v. 19, n.1, p.101-124, 2003.

MORELATTO, R.; FABIANOVICZ, R. 13o Rounda da ANP (Bacia Potiguar): Sumário Geológico e Setores em Oferta. p. 22, 2015.

PATNAIK, Pratiksha; ABBASI, Tasneem; ABBASI, SA Prosopis (Prosopis juliflora): bênção e maldição. Ecologia Tropical , v. 58, n. 3, pág. 455-483, 2017.

PEREIRA, P. J. da S. Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006, 370f. Tese de Doutorado em Geociências. Universidade do Minho, 2006.

PEREIRA, R. G. F. A. Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil). 2010. 308 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências, Especialidade em Geologia, Universidade do Minho, Braga, 2010. Disponível: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10879/1/Tese.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2019.

REYNARD, E. Fiche d'inventaire des géomorphosites. Université de Lausanne. Institute Geographie, rapport non-publié. 2006. Disponível em: <http://www.unil.ch/igul/page17893.html>. Acesso em: setembro de 2019.

REYNARD, E. Géotopes, géo(morpho)sites et paysages géomorphologiques. In: Reynard, E.; Pralong, J. P. (Orgs.) Paysages géomorphologiques. Lausanne: Institut de géographie, Travaux et Recherches, v. 27, 2004b, p. 124-136.

REYNARD E.; CORATZA P. Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica*, 62, p. 138-139, 2007.

REYNARD, E. Fiche d'inventaire des géomorphosites. Université de Lausanne. Institute Geographie, rapport non-publié, 2006. Disponível em: <<http://www.unil.ch/igul/page17893.html>>. Acesso em: 25/02/2020.

SILVA, Fernando Eduardo Borges da. Geopatrimônio dos municípios de Porto do Mangue e Macau - RN. 2022. 138f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. 3. Ed. Tasmânia: Parks & Wildlife Service web site, 2002.

STANLEY, M. Geodiversity. *Earth heritage*, Vol. 18. 2000.

TRICART, J. *Ecodinâmica*, Rio de Janeiro, FIBGE-SUPREN, 1977.

WIEDENBIEN, F.W. (1994). Origin and use of the term 'geotope' in German-speaking countries. In O'Halloran, D., Green, C., Harley, M., Stanley, M. & Knill, J. (eds) *Geological and Landscape Conservation*. Geological Society, London, 117-120.

ZIEMANN, D. R. Estratégias de geoconservação para a proposta do Geoparque Quarta Colônia-RS. Dissertação de mestrado (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.