



AVALIAÇÃO DO RISCO DE DEGRADAÇÃO DO GEOPATRIMÔNIO NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PONTA DO TUBARÃO, ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

ASSESSMENT OF THE RISK OF GEOPATRIMONY DEGRADATION IN THE PONTA DO TUBARÃO SUSTAINABLE DEVELOPMENT RESERVE, STATE OF RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DEGRADACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LA RESERVA DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE PONTA DO TUBARÃO, ESTADO DE RÍO GRANDE DEL NORTE, BRASIL

Jucicleide Gomes de Azevedo¹

¹Graduanda em Geografia/UFRN, e-mail: gomesjucicleide93@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-8750-7366>

Marcelo Alves de Souza²

²Mestrando em Geografia/UFRN, e-mail: marceloalvess450@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0007-8157-088X>

Isa Gabriela Delgado de Araújo³

³Departamento de Geografia/UFRN, e-mail: isinhad@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0775-6823>

Marco Túlio Mendonça Diniz⁴

⁴Departamento de Geografia/UFRN, e-mail: tuligeografia@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7676-4475>

RESUMO

A conservação e proteção do geopatrimônio das Unidades de Conservação é um fator de extrema importância, sendo necessário o controle de deterioração dessas áreas. Nesse contexto, esta pesquisa buscou realizar uma avaliação quali-quantitativa do risco de degradação do geopatrimônio da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, a partir da inventariação do patrimônio geomorfológico e da aplicação da metodologia de Selmi *et al* (2022) para a avaliação quantitativa. Além dos fatores naturais, como as mudanças climáticas, o local também é suscetível aos impactos antrópicos atrelados, principalmente, à urbanização e a implantação de parques eólicos na área da RDS. Com os dados obtidos, fica exposta a necessidade de controlar os problemas que, predominantemente estão associados à ocupação humana, mas que podem tornar-se uma maior ameaça associados às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geopatrimônio. Risco de degradação.

ABSTRACT

The conservation and protection of the geopatrimony of Conservation Units is extremely important, requiring control of deterioration in these areas. In this context, this research sought to conduct a qualitative and quantitative assessment of the risk of degradation of the geopatrimony of the Ponta do Tubarão Sustainable Development Reserve, based on an inventory of the geomorphological heritage and the application of the methodology of Selmi *et al* (2022) for quantitative assessment. In addition to natural factors, such as climate change, the site is also susceptible to anthropogenic impacts, mainly linked to urbanization and the implementation of wind farms in the RDS area. With the data obtained, the need to control problems that are predominantly associated with human occupation, but which can become a greater threat associated with climate change,





is exposed. With the data obtained, the need to control problems that are predominantly associated with human occupation, but which can become a greater threat associated with climate change, is exposed. The data obtained highlights the need to control problems that are predominantly associated with human occupation but which may become a greater threat in conjunction with climate change.

Keywords: Geodiversity. Geopatrimony. Risk of degradation.

RESUMEN

La conservación y protección del patrimonio geológico de las Unidades de Conservación es un factor de extrema importancia, siendo necesario controlar el deterioro de estas áreas. En este contexto, esta investigación buscó realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo de degradación del patrimonio geológico de la Reserva de Desarrollo Sostenible Ponta do Tubarão, a partir del inventario del patrimonio geomorfológico y la aplicación de la metodología de Selmi *et al* (2022) para la evaluación cuantitativa. Además de los factores naturales, como el cambio climático, el lugar también es susceptible a los impactos antrópicos relacionados, principalmente, con la urbanización y la implantación de parques eólicos en el área de la RDS. Los datos obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de controlar los problemas que, aunque están asociados principalmente a la ocupación humana, pueden convertirse en una amenaza mayor si se suman al cambio climático.

Palabras clave: Geodiversidad. Geopatrimonio. Riesgo de degradación.

INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação são áreas que possuem relevância natural e tem, como principal objetivo, a conservação da natureza. São regidas pela Lei Federal nº 9.985, de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), monitorando e realizando a gestão e o controle dessas áreas, além de dividi-las em dois tipos: as Unidades de Proteção Integral, que possuem um uso mais restrito, sendo mais voltado para pesquisas e conservação da biodiversidade, e as Unidades de Uso Sustentável, voltadas para visitação e atividades com uso sustentável de seus recursos, que é o caso da área de estudo abordada neste trabalho.

Dentre as categorias de UC's, se estabelece a Reserva de Desenvolvimento Sustentável, que pode ser definida, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil, 2000), como uma área que “visa preservar a natureza e melhorar a qualidade de vida das populações tradicionais, valorizando seus conhecimentos de manejo ambiental”. Nesta área, é incentivada a visitação, além de ser permitida a pesquisa científica, já que possuem recursos naturais importantes para a educação ambiental.

Diante da sua importância natural, é de extrema relevância que essas áreas sejam protegidas e sua utilização seja de maneira sustentável. A Geodiversidade, definida por Claudino-Sales (2021, p.46), como “a variedade de elementos e processos associados ao ambiente abiótico, diversidade geológica, geomorfodiversidade, pedodiversidade, hidrodiversidade, climodiversidade, em qualquer forma, escalas espaciais e temporais e modos de interação”, possui importância para a gestão territorial e para a conservação da natureza, englobando o conjunto de elementos e processos abióticos que constituem o meio físico de um lugar. Esses elementos devem ser valorizados por sua grande importância natural, científica, educativa, econômica e cultural. O conjunto de ações com objetivo de conservação do patrimônio abiótico da natureza pode ser entendida como Geoconservação, termo inteiramente ligado à Geodiversidade. Um geossítio, termo abordado neste trabalho, é uma área que concentra características da geodiversidade com notável valor, como o científico e o estético, conforme Diniz, Araújo e Chagas (2022) e que possuem relevância local, regional, nacional ou internacional, fatores que justificam sua conservação. O conjunto dos geossítios, aliados aos seus valores potenciais, se configuram como geopatrimônio. Com isso, neste trabalho realizou-se uma avaliação quali-quantitativa do risco de degradação do geopatrimônio da área da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, no estado do Rio Grande do Norte.

MATERIAIS E MÉTODOS





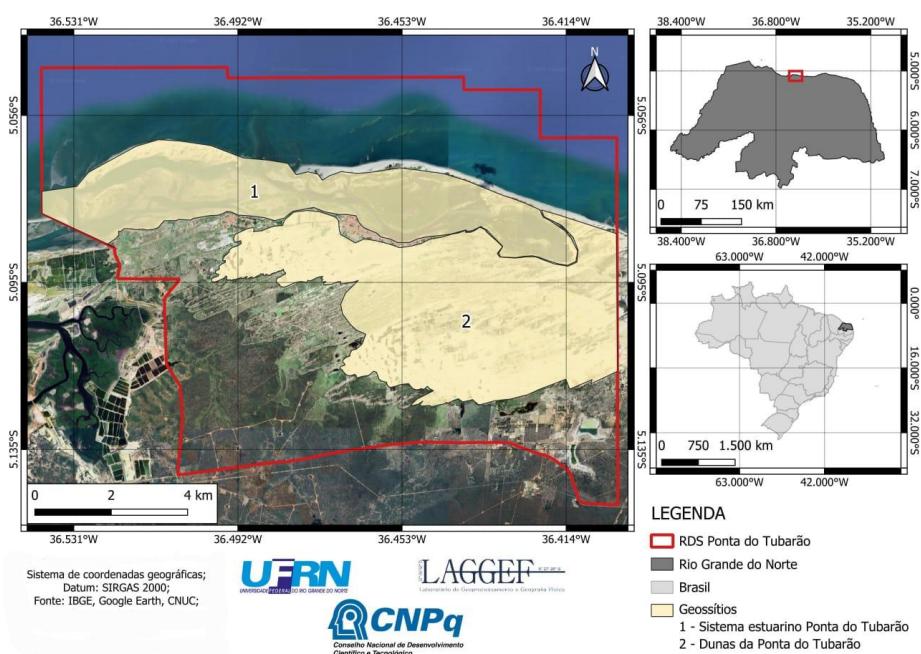
Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada uma atividade de campo no dia 29 de julho de 2025 na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão onde, primeiramente, foi realizada a inventariação dos geossítios presentes na área e, posteriormente, uma avaliação quantitativa do nível do risco de degradação, utilizando critérios propostos por Selmi *et al.* (2022) com adaptações de Rabelo *et al.* (2023), objetivando identificar e elencar os possíveis riscos que possam causar deterioração na área de estudo.

Área de estudo

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Figura 1) está localizada entre as coordenadas 5° 2'S e 5° 16'S de latitude e 36° 23'W e 36° 32'W de longitude, entre os municípios de Macau e Guamaré (com áreas de 83,41 km² e 13,04 km² inseridas dentro da reserva, respectivamente), ambas localizadas no litoral setentrional do Rio Grande do Norte. A Reserva possui 182 km de distância da capital do estado, Natal, com o acesso para a área sendo pela RN-403. Foi criada pela Lei nº 8.349, de 18 de julho de 2003, pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através de demanda das comunidades locais a resistência da entrada de grandes empreendimentos privados em suas terras, e possui uma área de aproximadamente 12.960 hectares, segundo o IDEMA (2018), tendo como objetivos preservar os ecossistemas costeiros (manguezais, dunas e restinga), resguardar o modo de vida tradicional da população, que possui forte ligação com a pesca como principal atividade econômica, assegurar atividades baseadas em sistema sustentável de exploração de recursos naturais e incentivar a pesquisa científica.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: IBGE, Google Earth, CNUC, adaptação dos autores (2025).



O contexto geológico da área de estudo apresenta uma configuração sedimentar com influência da Bacia Potiguar de idade Mesozóica, com duas formações importantes: a Formação Jandaíra e a Formação Açu. Atualmente, a área apresenta uma primazia de Depósitos Eólicos Litorâneos com e sem vegetação, recobrindo parte da costa, podendo ser classificados como uma restinga que estabiliza o manguezal. Também recobrem a porção continental sobrepondo,





em sua maior parte, a Formação Barreiras, se diferenciando em morfologias de dunas móveis, fixas e planícies de deflação eólica. Esses depósitos eólicos representam 35% da área total da reserva, segundo o IDEMA. Já os depósitos de mangue ocupam 15% da área total, a Formação Barreiras conta com 17% e a planície de maré ocupa 15%. O campo de dunas representa 32% da área total da RDS, com dunas fixas ou em processo de fixação pelo desenvolvimento vegetacional, além de dunas móveis. As dunas têm uma grande importância para a manutenção do manguezal, por meio da captação e da redistribuição das águas pluviais. O tabuleiro costeiro apresenta uma superfície plana que é sustentada pela Formação Barreiras, ocupando cerca de 20% do território da reserva, sendo a unidade mais estável dentre as apresentadas. As falésias situadas da RDS estão na parte oeste e mantém contato com a planície de maré, estando sujeitas às ações erosivas do mar.

Em relação aos solos, na planície litorânea predominam os neossolos quartzarênicos, na planície de maré ocorrem os gleissolos, que sustentam o manguezal, as planícies lacustres predominam os neossolos flúvicos e no tabuleiro costeiro ocorrem os latossolos vermelho amarelo. De maneira geral, os solos da área apresentam baixa fertilidade devido à pouca quantidade de nutrientes, perfis arenosos bem drenados e com muita lixiviação, além da presença de alta salinidade e inundações periódicas devido à elevação do lençol freático. Os solos com melhor potencial produtivo situam-se no tabuleiro costeiro - os latossolos -, que recobrem 18% da área da reserva.

Em relação aos aspectos hidrológicos, a área apresenta o estuário Piranhas-Açu, e as áreas de recarga dos aquíferos equivalem a 32% da área da RDS, correspondendo aos campos dunares, já que a cobertura arenosa proporciona elevada taxa de infiltração de água. O clima é caracterizado como semiárido quente (clima muito quente e semiárido do tipo BSW'h de Koppen), predominando a estação seca de 7 a 8 meses (junho a janeiro) e uma estação chuvosa de fevereiro a maio. A precipitação é má distribuída, ficando entre 200 e 700 milímetros anuais, ocorrendo variações ao longo dos anos. Em relação aos recursos hídricos da área, destacam-se os canais de maré, as lagoas sazonais e interdunares, aparecendo nos anos mais chuvosos, além das águas subterrâneas, que são indispensáveis para a oferta de água doce para as comunidades da reserva.

A área de estudo está inserida no contexto do bioma caatinga, com a formação de mangues e restingas, além da caatinga hiperxerófila nos tabuleiros, podendo se estender até o encontro com o mar. A vegetação da área é caracterizada pelas formações de mangue, na planície de maré, vegetação de restinga, das dunas móveis e domínio das quixabeiras, no campo de dunas, e a caatinga, no tabuleiro litorâneo. A RDS, além de se destacar na alta diversidade vegetacional, também apresenta uma grande variedade na fauna, com ocorrência de diferentes espécies de aves e animais aquáticos, já que a área abriga ecossistemas essenciais para a reprodução animal.

Procedimentos metodológicos

Para a inventariação dos geossítios, foram utilizados os critérios propostos por Diniz, Araújo e Chagas (2022) que aborda, de forma geral, aspectos relacionados à acessibilidade do geossítio, juntamente com sua magnitude e suas condições de observação, sua tipologia, se é submetido à proteção/conservação legal, seu uso atual e se é situado em área pública ou privada. Outros aspectos abordados na inventariação são os serviços ecossistêmicos abióticos que existem no geossítio, seus processos dinâmicos, características de hidrologia, solos, uso e ocupação da terra, além de seu potencial didático, riscos naturais e aspectos de infraestrutura presentes no local.

A avaliação quantitativa do risco de degradação (Quadro 1), consiste na abordagem de aspectos ligados aos critérios de vulnerabilidade natural, vulnerabilidade antropogênica e uso público. São avaliados se existem processos ativos que afetam o geossítio e sua proximidade





com algum processo de degradação, os interesses geológicos econômicos e se existem elementos geológicos de interesse privado no geossítio e se ele está inserido numa área protegida, a proximidade humana associada a um potencial risco de degradação, o nível de acessibilidade e a densidade da população do local, além de levar em conta a proteção física do geossítio e dos turistas, uso degradante presente no local e o controle de acesso para a área, critérios estes propostos por Selmi *et al* (2022) com alguns critérios adaptados para a realidade do nordeste brasileiro por Rabelo *et al* (2023).

Ao final do processo de cada parâmetro, é realizado a soma dos resultados obtidos e pode-se chegar ao nível de risco de degradação do geossítio, que pode ser baixa (pontuação de 0 a 7), média (pontuação de 8 a 15), alta (pontuação de 16 a 25) ou muito alta (de 26 a 33 pontos).

Quadro 1 – Critérios, parâmetros, indicadores e pontos utilizados para avaliação quantitativa do risco de degradação do geossítio.

CRITÉRIO	PARÂMETROS	INDICADORES	PONTUAÇÃO
VULNERABILIDAD E NATURAL	PROCESSOS ATIVOS	Nenhum processo ativo afeta o geossítio	0
		Um processo ativo afeta o geossítio episodicamente	1
		Um processo ativo afeta o geossítio contínua ou sazonalmente	2
		Dois ou mais processos artigos afetam o geossítio	3
	PROXIMIDADE	Sem possibilidade de degradação	0
		Um possível processo ativo nas proximidades do geossítio	1
		Dois possíveis processos ativos nas proximidades do geossítio	2
		Mais de dois processos ativos nas proximidades do geossítio	3
VULNERABILIDAD E ANTROPOGÊNCIA	INTERESSE ECONÔMICO	Sem elementos da geodiversidade com interesse econômico	0
		O geossítio possui um elemento da geodiversidade com interesse econômico	1
		O geossítio possui dois elementos da geodiversidade com interesse econômico	2
		O geossítio possui mais de dois elementos da geodiversidade de interesse econômico	3
	INTERESSE PRIVADO	Sem elementos da geodiversidade de interesse privado	0
		O geossítio possui um elemento da geodiversidade colecionável para interesse particular	1
		O geossítio possui dois elementos da geodiversidade colecionáveis para interesse particular	2
		O geossítio possui mais de dois elementos da geodiversidade	3





		colecionáveis para interesse particular	
USO PÚBLICO	PROTEÇÃO LEGAL	O geossítio é protegido por seu geopatrimônio	0
		O geossítio está dentro de uma área natural protegida	1
		O geossítio está dentro de uma área protegida por outros valores (históricos, culturais, etc.)	2
		O geossítio não está em uma área protegida	3
PROXIMIDADE HUMANA	PROXIMIDADE HUMANA	O geossítio está localizado a menos de 100m de uma potencial atividade de degradação	3
		O geossítio está localizado a menos de 500m de uma potencial atividade de degradação	2
		O geossítio está localizado a menos de 1km de uma potencial atividade de degradação	1
		O geossítio está localizado a mais de 1km de uma potencial atividade de degradação	0
ACESSIBILIDADE	ACESSIBILIDADE	O geossítio está localizado a menos de 100m de uma estrada asfaltada e estacionamento de ônibus	3
		O geossítio está localizado a menos de 100m de uma estrada pavimentada	2
		O geossítio está localizado a menos de 100m de uma estrada de cascalho ou entre 100 e 500m de uma estrada pavimentada	1
		O geossítio está localizado a mais de 100m de uma estrada de cascalho ou a mais de 500m de uma estrada pavimentada/sem acesso direto	0
DENSIDADE DA POPULAÇÃO	DENSIDADE DA POPULAÇÃO	O geossítio não está localizado próximo à ocupação humana	0
		O geossítio está localizado em uma vila ou vila na zona rural de uma cidade	1
		O geossítio está localizado na área urbana de uma cidade	2
		O geossítio está localizado em uma cidade considerada centro regional	3
PROTEÇÃO FÍSICA	PROTEÇÃO FÍSICA	O geossítio não está protegido de forma alguma	3
		Geossítio com estrutura para turistas mas sem proteção física do geopatrimônio	2
		Geossítio com proteção física mas sem estrutura para turistas	1



	USO DEGRADANTE	Geossítio com proteção física de feições geopatrimoniais e estrutura para turistas	0
		Nenhuma degradação do uso público	0
		Um elemento de degradação	1
		Dois elementos de degradação	2
	CONTROLE DE ACESSO	Mais de dois elementos de degradação	3
		Nenhum controle em tudo	3
		O geossítio é monitorado por um método de controle	2
		O geossítio é monitorado por dois métodos de controle	1
		O geossítio é monitorado por mais de dois métodos de controle	0
CRITÉRIO	PONTUAÇÃO PARCIAL	PONTUAÇÃO TOTAL EM RISCO DE DEGRADAÇÃO	NÍVEL DE RISCO
Vulnerabilidade natural	0-6	0-33	0-7
Vulnerabilidade antropogênica	0-6		8-15
Uso público	0-21		16-25
			26-33

Fonte: Rabelo *et al* (2023) adaptado de Selmi *et al* (2022).

DISCUSSÃO

A partir da coleta de dados, o geossítio que compreende o sistema estuarino Ponta do Tubarão e o campo de dunas da Ponta do Tubarão foram inventariados e quantificados em relação ao risco de degradação. Foram identificadas suas características gerais, a partir da inventariação, além dos possíveis riscos, tanto de origem natural, quanto de origem antrópica, que afetam os geossítios presentes na área de estudo.

Sistema estuarino Ponta do Tubarão

O estuário da Ponta do Tubarão (Figura 2) apresenta uma área de aproximadamente 1000 hectares, de fácil acesso, com presença de estradas pavimentadas, boas condições de observação, possui tipologia sedimentar, com conteúdo de interesse geomorfológico e hidrogeológico, e foi originado ao longo do Holoceno, com fonte de sedimentos aluviais, marinhos e eólicos. É submetido a preservação legal direta, pois está inserida na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, mediante a Lei Estadual nº 8.349 de 18 de julho de 2003, administrada pelo Estado e entidades públicas, e a comunidade de Diogo Lopes é estabelecida nas proximidades da área.

Sua utilização atual é turística e urbana, enquanto seu uso potencial é alto, se estendendo para os critérios científico, econômico e didático. O turismo se encaixa nas modalidades sol e praia, ecoturismo, geoturismo e estudos. Para visualização da área há presença de trilhas, com caminhadas ao longo das margens do estuário, assim como passeios de barcos em direção a ilhas e locais de banho que são ofertados pela população local, porém pode-se visualizar o local diretamente da estrada pavimentada da comunidade de Diogo Lopes, sem necessariamente





necessitar ir às margens do estuário. A litologia do sítio é terrígena, fina, principalmente na fração argila de origem aluvial, que se deposita nas margens dos córregos, nas formas de planícies e deltas, criando ambientes ideais para os manguezais. Os sedimentos de origem marinha estão presentes na fração areia, que alimentam os campos de dunas. As deposições flúvio-marinhais ocorrem nas geoformas de spit, ilha barreira, restingas, barras arenosas e praias.

Figura 2 – Estuário da Ponta do Tubarão.



Fonte: Autores (2025).

Os serviços ecossistêmicos (Quadro 2) providos pelo meio abiótico identificados no geossítio foram de regulação do clima (brisa marinha), regulação da qualidade do ar (influência do manguezal), regulação da água (fornecimento de habitats), controle de inundação (a energia das ondas é controlada pelo local, com as ilhas barreira), regulação atmosférica e oceânica e a regulação da erosão. No total, 6 serviços de regulação são prestados, configurando alta relevância do geossítio. Os serviços de provisão foram de alimento e pesca e recursos ornamentais (a utilização das conchas para decoração de casas, comércios e pousadas), totalizando 2 serviços prestados (demanda relevante). Nos serviços culturais e de conhecimento ocorrem a diversidade cultural, significados culturais (pesca e a jangada), sistemas de conhecimento, educação, estética, relações sociais, sentido de lugar, patrimônio geomorfológico, qualidade ambiental (preservação da natureza do local) e recreação baseada na natureza (barcos, ilha, banho e lazer), totalizando 10 serviços prestados (relevância muito alta). Nos serviços de suporte ocorrem processos de formação do solo (condicionam os ecossistemas), ciclagem biogeoquímica (salinidade e sequestro de carbono) e provisão de habitat, totalizando 3 serviços prestados (relevância média).



Quadro 2 – Serviços ecossistêmicos abióticos prestados pelo geossítio.

SERVIÇOS	CATEGORIAS/BENEFÍCIOS	CONTRIBUIÇÃO E BENEFÍCIOS DE RECURSOS E/OU PROCESSOS DE GEODIVERSIDADE
REGULAÇÃO	Regulação do clima	Direta
	Regulação da qualidade do ar	Indireta
	Regulação da água	Ocorre
	Qualidade da água/purificação de água e tratamento de resíduos	Ausente
	Controle de inundação	Direta
	Regulação atmosférica e oceânica	Direta
	Risco natural e regulação da erosão	Ocorre
PROVISÃO	Fornecimento de água doce	Ausente
	Materiais industriais	Ausente
	Energia (renovável e não renovável)	Ausente
	Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Ausente
	Recursos ornamentais	Ocorre
	Materiais de construção	Ausente
	Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)	Ausente
CULTURAIS E DE CONHECIMENTO	Diversidade cultural	Direta
	Valores espirituais e religiosos e significados culturais	Direta
	Sistemas de conhecimento	Direta
	Educação	Direta
	Inspiração artística	Ausente
	Estética	Direta
	Relações sociais	Direta
	Sentido de lugar	Direta
	Patrimônio cultural e geopatrimônio	Direta
	Qualidade ambiental	Direta
	Recreação baseada na natureza do turismo	Direta
SUPORTE	Processos de formação de solo	Direta
	Enterro e armazenamento	Ausente
	Plataforma para atividade humana	Ausente
	Ciclagem biogeoquímica	Direta
	Provisão de habitat	Direta

Fonte: Dados de campo (2025).

A classe de declividade presente no sítio é de 0 – 3% (relevo plano), na espetacularidade do local foram identificadas 3 cores: o verde, da vegetação do mangue, o azul da água do estuário e a cor acinzentada nos solos do mangue. Em relação à verticalidade, não é superior à 50 metros. O ambiente é fortemente instável e apresenta interferência humana, com pouco risco de deterioração, sendo a principal fragilidade a questão das mudanças climáticas. Seu potencial didático abrange o ensino superior, médio e fundamental, além do público em geral, a produção científica do local conta com monografias, artigos científicos, dissertações e teses. Os riscos





possíveis ao visitante estariam inseridos no passeio de barco. Em relação a infraestrutura interpretativa do geossítio, há presença de placas e painéis que auxiliam o visitante.

Na avaliação do risco de degradação do geossítio, o critério de vulnerabilidade natural, parâmetro de processos ativos, o geossítio não fez nenhum ponto (nenhum processo ativo o afeta episodicamente); no parâmetro de proximidade, o geossítio pontuou 1, pois um possível processo ativo nas suas proximidades (avanço do nível do mar). No critério de vulnerabilidade antropogênica, parâmetro de interesse econômico, o geossítio pontuou 2, pois possui dois elementos geológicos com interesse econômico (turismo e pesca); no interesse privado pontuou 0, pois não possui nenhum elemento geológico de interesse privado.

No critério de uso público, parâmetro de proteção legal, o local pontuou 1, pois está dentro uma área natural protegida (RDS Ponta do Tubarão); no uso público, pontuou 3, pois o geossítio está localizado a menos de 100 metros de uma potencial atividade de degradação (urbanização); na acessibilidade pontuou 3, pois está localizado a menos de 100 metros de uma estrada asfaltada e estacionamento de ônibus; no parâmetro densidade da população pontuou 1, pois está localizado em um município entre 100-50 habitantes por km²; em proteção física fez 3 pontos, pois o geossítio não está protegido de nenhuma forma; no uso degradante pontuou 2, pois foram identificados dois elementos de degradação (presença de lixo e infraestrutura urbana); por fim, no controle de acesso, a pontuação obtida foi 3, pois não há nenhum controle em tudo no geossítio. Somadas as pontuações, o total foi de 19 pontos, configurando que o geossítio possui nível alto de risco de degradação (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultados da avaliação quantitativa do risco de degradação do geossítio.

Vulnerabilidade de natural			Vulnerabilidade antropogênica			Uso público							Risco de degradação	
A1	A2	Totai	B1	B2	Total	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total	19 (alto)
0	1	1	2	0	2	1	3	3	1	3	2	3	16	

Legenda: A1 - processos ativos; A2 - Proximidade; B1 - Interesse econômico; B2 - Interesse privado; C1 - Proteção legal; C2 - Proximidade humana; C3 - Acessibilidade; C4 - Densidade da população; C5 - Proteção física; C6 - Uso degradante; C7 - Controle de acesso.

Fonte: Dados de campo (2025).

Dunas da Ponta do Tubarão

O segundo geossítio visitado foi o campo de dunas da Ponta do Tubarão (Figura 3), onde também foi realizada a inventariação e quantificação do risco de degradação. O geossítio possui acessibilidade moderada, tendo uma parte do acesso por vias pavimentadas e estradas carroçáveis. As geoformas presentes no local são as dunas e a superfície de deflação, nas áreas rebaixadas, a sua tipologia é completamente sedimentar e possui interesse geomorfológico. Sua magnitude é área, possuindo mais de 1000 hectares, e as condições de observações são boas, sem qualquer obstáculo a visibilidade das geoformas, possui trilha de curta distância e nível médio de dificuldade, do tipo linear, porém o geossítio também pode ser visualizado diretamente da estrada pavimentada de Diogo Lopes. É submetida a preservação legal direta, pois está inserida na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, administrado pelo Estado e entidades públicas, e seu uso atual é turístico, industrial e urbanização, com uso potencial se estendendo para os parâmetros científico, econômico e didático. O uso turístico compreende o sol e praia, ecoturismo, geoturismo e estudos. O obstáculo próximo ao geossítio é a urbanização, e suas formações correspondem ao Holoceno, com litologia terrígena e não terrígena.



Figura 3 – Dunas da Ponta do Tubarão.



Fonte: Autores (2025).

Em relação aos serviços ecossistêmicos abióticos no geossítio (Quadro 4), foram identificados: serviço de regulação da água (infiltração da água, evitando inundações), controle de inundaçao (superfície de deflação), regulação atmosférica e oceânica (influência na restinga) e risco natural e regulação da erosão, totalizando 4 serviços de regulação prestados (relevância média). No serviço de provisão ocorre a presença de energia (eólicas) e alimentos (presença de coqueiros), totalizando 2 serviços de provisão prestados (demanda relevante). No serviço cultural/de conhecimento ocorrem a diversidade cultural (local representa a comunidade), sistemas de conhecimento, educação, sentido de lugar, patrimônio cultural e geopatrimônio, qualidade ambiental e recreação baseada na natureza do turismo, totalizando 8 serviços prestados (alta relevância). No serviço de suporte ocorre processos de formação de solo (presença de coqueiros e da restinga), plataforma para atividade humana, ciclagem biogeoquímica e provisão de habitat, totalizando 4 serviços (alta relevância).

Quadro 4 – Serviços ecossistêmicos abióticos prestados pelo geossítio.

SERVIÇOS	CATEGORIAS/BENEFÍCIOS	CONTRIBUIÇÃO E BENEFÍCIOS DE RECURSOS E/OU PROCESSOS DE GEODIVERSIDADE
REGULAÇÃO	Regulação do clima	Ausente
	Regulação da qualidade do ar	Ausente
	Regulação da água	Ocorre





	Qualidade da água/purificação de água e tratamento de resíduos	Não-uso
	Controle de inundação	Direta
	Regulação atmosférica e oceânica	Indireta
	Risco natural e regulação da erosão	Ocorre
PROVISÃO	Fornecimento de água doce	Ausente
	Materiais industriais	Ausente
	Energia (renovável e não renovável)	Direta
	Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Ausente
	Recursos ornamentais	Ausente
	Materiais de construção	Ausente
	Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)	Ausente
	Diversidade cultural	Indireta
CULTURAIS E DE CONHECIMENTO	Valores espirituais e religiosos e significados culturais	Ausente
	Sistemas de conhecimento	Direta
	Educação	Direta
	Inspiração artística	Ausente
	Estética	Indireta
	Relações sociais	Ausente
	Sentido de lugar	Direta
	Patrimônio cultural e geopatrimônio	Indireta
	Qualidade ambiental	Direta
	Recreação baseada na natureza do turismo	Indireta
SUPORTE	Processos de formação de solo	Indireta
	Enterro e armazenamento	Ausente
	Plataforma para atividade humana	Direta
	Ciclagem biogeoquímica	Indireta
	Provisão de habitat	Indireta

Fonte: Dados de campo (2025).

Em relação à qualificação geomorfológica, o geossítio possui formas eólicas (campo de dunas fixas, semi-fixas e móveis, paleodunas e superfície de deflação), assim como formas marinhas e flúvio-marinhas, com restingas e barras arenosas. Sua declividade é de 0 – 3% nas partes de superfície de deflação (relevo plano) e 8 – 20% nas dunas (relevo ondulado), sendo identificadas três cores (verde, branco e marrom) e sua verticalidade é menor de 50 metros. Apresenta feições de deposição (dunas, restinga) e ações eólicas (transporte e deposição), a natureza do material é marinho e eólico e a classe de solo é o neossolo quartzarênico, com sua erosão sendo por ação eólica e deflação, enquanto seu uso é pela urbanização e pelo empreendimento da energia eólica. O ambiente é fortemente instável, e é um geossítio com forte interferência antrópica, com risco iminente de degradação.

Seu potencial didático é para todos os níveis de ensino (superior, médio, ensino fundamental e público em geral), e possui produções científicas (dissertações e artigos científicos). O geossítio apresenta possíveis 2 riscos ao visitante (queda e irregularidade na trilha), e conta com infraestrutura interpretativa que auxilia o visitante (placas indicativas).

Também foi realizada a avaliação quantitativa do patrimônio geomorfológico, utilizando os parâmetros de valor científico, estético e turístico. As fichas utilizadas foram baseadas em





estudos anteriores, com adaptações de Brilha (2005), Reynard (2006), Reynard *et al* (2007), Tricart (1977), Lopes (2017), Pereira (2006), Pereira (2010) e Brasil (2020).

O geossítio obteve pontuações mais significativas no valor científico, onde: obteve 4 no grau de conhecimento científico (citado em mais de 4 artigos), 4 em ecodinâmica dos meios (área fortemente instável), 3 em representatividade de materiais e processos geomorfológicos (possui elementos utilizados como exemplos de processo geomorfológicos, bom recurso didático e utilização de relevo para a sociedade), 4 em diversidade de aspectos geomorfológicos (mais de 4 aspectos geomorfológicos), 3 em interesse ecológico (características geomorfológicas condicionam ecossistemas), 3 em valor paleogeográfico (elementos ilustrativos que podem ser utilizados como recurso didático) e 4 em relevância didática (pode ser utilizado para fins didáticos, público em geral e Ensino Fundamental). Com isso, 25 pontos foram obtidos no valor científico, como representado no Quadro 5.

Quadro 5 – Resultados da avaliação quantitativa do valor científico do geossítio.

VALOR CIENTÍFICO							
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	RESULTADO
4	4	3	4	3	3	4	25 (alto)

Legenda: A1 – grau de conhecimento; A2 – ecodinâmica dos meios; A3 – representatividade de materiais e processos geomorfológicos; A4 – diversidade de aspectos geomorfológicos; A5 – interesse ecológico; A6 – valor paleogeográfico e A7 – relevância didática.

Fonte: Dados de campo (2025).

No valor estético, o geossítio pontuou 3 em raridade (existência de até 3 exemplares com o mesmo contexto geomorfológico num raio de 200km), 1 em integridade (sítio deteriorado, com visualização de seus aspectos, sem possibilidade de recuperação), 1 em variedade de elementos da geodiversidade (associação com 1 elemento da geodiversidade), 1 em qualidade visual (inserido em local aprazível e dotado de algum elemento individual) e 3 em condições de observação (boa observação, mas apenas em posição externa). O total de pontos foi 9, sendo baixo valor estético (Quadro 6).

Quadro 6 – Resultados da avaliação quantitativa do valor estético do geossítio.

VALOR ESTÉTICO					
B1	B2	B3	B4	B5	RESULTADO
3	1	1	1	3	9 (baixo)

Legenda: B1 – raridade; B2 – integridade; B3 – variedade de elementos da geodiversidade e temáticas associadas; B4 – qualidade visual e B5 – condições de observação.

Fonte: Dados de campo (2025).

No valor turístico, o geossítio pontuou 3 em acessibilidade (acessível a partir de estradas pavimentadas e trilhas de até 2km), 3 em infraestrutura (dotado de infraestrutura básica, que serve de apoio ao visitante), 1 em utilização em curso (sítio com taxa de visitação ainda incipiente), 1 em cenário (ocasional em campanhas locais) e 4 em categoria turística (sítio apresenta mais de 4 tipos de turismo), totalizando 12 pontos (Quadro 7).

Quadro 7 – Resultados da avaliação quantitativa do valor turístico do geossítio.

VALOR TURÍSTICO					
C1	C2	C3	C4	C5	RESULTADO
3	3	1	1	4	12 (médio)

Legenda: C1 – acessibilidade; C2 – infraestrutura; C3 – utilização em curso; C4 – cenário e C5 – categoria turística.

Fonte: Dados de campo (2025).





Na avaliação quantitativa do risco de degradação o geossítio obteve, no critério de vulnerabilidade natural, parâmetro processos ativos, pontuação 1, pois um processo ativo afeta o geossítio (transporte de sedimentos); em proximidade, obteve também 1 ponto, pois há um possível processo ativo nas proximidades do geossítio (expansão de algarobas, apresentada na Figura 4B); no critério de vulnerabilidade antropogênica, parâmetro de interesse econômico, pontuou 2, pois o geossítio possui dois elementos geológicos com interesse econômico (turismo e eólicas); em interesse privado, pontuou 1, pois possui um elemento geológico colecionável para interesse particular (eólicas). No critério de uso público, parâmetro de proteção legal, a pontuação foi 1, pois o geossítio está dentro de uma área natural protegida (RDS Ponta do Tubarão); em proximidade humana pontuou 3, pois está localizado a menos de 100 metros de uma potencial atividade de degradação (urbanização); em acessibilidade, a pontuação também foi 3, pois o geossítio está localizado a menos de 100 metros de uma estrada asfaltada e estacionamento de ônibus; no parâmetro de densidade da população, a pontuação foi 1, pois está localizado em um município com 100-50 habitantes por km²; em proteção física o geossítio pontuou 3, pois não está protegido de forma alguma; em uso degradante, a pontuação foi 2, pois há dois elementos de degradação (eólicas, apresentadas na Figura 4A, e urbanização); em controle de acesso, a pontuação foi 3, pois o geossítio não possui nenhum controle em tudo. Somando as pontuações obtidas, o total foi de 21 pontos, sendo considerado um geossítio com alto nível de risco de degradação (Quadro 8).

Figura 4 – Possíveis risco de degradação presentes no geossítio.



Legenda: A – eólicas próximas ao campo de dunas; B – presença de Algarobas no campo de dunas.

Fonte: Autores (2025).





Quadro 8 – Resultados da avaliação quantitativa do risco de degradação do geossítio.

Vulnerabilidade natural			Vulnerabilidade antropogênica			Uso público							Risco de degradação	
A1	A2	Total	B1	B2	Total	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Total	21 (alto)
1	1	2	2	1	3	1	3	3	1	3	2	3	16	

Legenda: A1 - processos ativos; A2 - Proximidade; B1 - Interesse econômico; B2 - Interesse privado; C1 - Proteção legal; C2 - Proximidade humana; C3 - Acessibilidade; C4 - Densidade da população; C5 - Proteção física; C6 - Uso degradante; C7 - Controle de acesso.

Fonte: Dados de campo (2025).

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa procurou-se realizar uma avaliação quali-quantitativa do geopatrimônio da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, que situa-se entre os municípios de Macau e Guamaré. É um local com diversas geoformas que possuem elevado apelo cênico, importância natural, científica, cultural e econômica, desempenhando papel importante para os ecossistemas e para a comunidade local. Com a avaliação dos riscos de degradação de geossítios, é possível elencar e observar as dificuldades que cada área enfrenta, sendo uma avaliação de extrema importância para a gestão das áreas abordadas, que identifica os potenciais riscos presentes nas áreas de UC's. Nessa área de elevada importância, a proteção e a conservação do geopatrimônio é essencial, principalmente levando-se em conta que a RDS é suscetível à riscos de degradação associados tanto às atividades antrópicas, quanto às mudanças climáticas.

Na área, foram identificados impactos advindos de práticas antrópicas atrelados, principalmente, à presença de urbanização e a questão dos empreendimentos eólicos inseridos dentro da UC. Outra questão são os possíveis riscos de degradação de origem natural, relacionados às mudanças climáticas previstas para a região litorânea, como a questão da elevação do nível do mar, que pode vir a alterar as condições do local em questão. Então, é de extrema importância que os órgãos responsáveis monitorem e realizem a gestão da área de maneira que busquem controlar os impactos antrópicos na área, para que as geoformas e a grande diversidade natural local não seja comprometida, impactando na perda paisagística da Ponta do Tubarão, na economia das comunidades tradicionais e nos ecossistemas presentes na RDS, já que naturalmente é uma área instável e suscetível às dinâmicas e processos naturais.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio a esta pesquisa por meio de uma bolsa de Iniciação Científica, ao LAGGEF (Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física) e à Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo apoio às atividades desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BRILHA, J. Patrimônio Geológico e Geoconservação:** a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.
- 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, nº 38, Instituto de Geociências, UFRS. Porto Alegre, 2011.





CLAUDINO-SALES, V. **Geodiversity and geoheritage in the perspective of geography.** Bulletin of Geography. Physical Geography Series, p.45-52, 2021.

DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D. de; CHAGAS, M. D das. **Avaliação da geomorfodiversidade da Zona Costeira de Icapuí/CE, Brasil.** Cadernos de Geografia, v. 31, nº 65, 2021.

DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D. de; CHAGAS, M. D das. **Comparative study of quantitative assessment of the geomorphological heritage of the coastal zone of Icapuí – Ceará, Brazil.** International Journal of Geoheritage and Park, volume 10, 2022.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature.** Wiley. Chichester. 2^a edição, 2013.

BRASIL. **Lei nº 8.349, de 17 de julho de 2003.** Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/DOC/DOC00000000055231.PDF>>. Acesso em: agosto de 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Jusbrasil. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: agosto de 2025.

O que são Unidades de Conservação? Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/informma/item/15713-o-que-s%C3%A3o-as-unidades-de-conserv%C3%A7%C3%A7%C3%A3o.html>>. Acesso em: agosto de 2025.

RABELO, T. O.; Diniz M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D.; TERTO, M. L O.; QUEIROZ, L. S.; ARAÚJO, P. V. de N.; PEREIRA, P. **Risk of Degradation and Coastal Flooding Hazard on Geoheritage in Protected Areas of the Semi-arid Coast of Brazil.** Water. 2023; 15(14):2564.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão. IDEMA. Disponível em: <<https://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=948&ACT>>. Acesso em: agosto de 2025.

Plano de Manejo da RDS Estadual Ponta do Tubarão. IDEMA. 393 páginas. Natal, abril de 2018. Disponível em: <<http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000276346.PDF>>. Acesso em: agosto de 2025.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/unidades-de-conservacao/rds>>. Acesso em: agosto de 2025.

SILVA, F. E. B. da. **Geopatrimônio dos municípios de Porto do Mangue e Macau – RN.** Dissertação (curso de mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas/sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao-da-natureza-snuc>>. Acesso em: agosto de 2025.

