

Avaliação do risco de degradação do geopatrimônio na APA de Genipabu, estado do Rio Grande do Norte, Brasil

Assessment of the risk of geopatrimony degradation in the Genipabu APA, Rio Grande do Norte state, Brazil

Evaluación del riesgo de degradación del geopatrimonio en el APA de Genipabu, estado de Rio Grande do Norte, Brasil

Jucicleide Gomes de Azevedo

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
gomesjucicleide93@gmail.com

Marco Túlio Mendonça Diniz

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
tuliogeografia@gmail.com

Thiara Oliveira Rabelo

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
thiarageo2@gmail.com

Resumo

A conservação e proteção do geopatrimônio das Unidades de Conservação é um fator de extrema importância, sendo necessário o controle dos riscos de degradação dessas áreas. Nesse contexto, esta pesquisa buscou realizar uma avaliação quali-quantitativa do risco de degradação do geopatrimônio da área de Genipabu, a partir da inventariação, do patrimônio geomorfológico e da aplicação da metodologia de *Selmi et al* (2022) para a avaliação quantitativa do risco de degradação presente neste geossítio. Além dos fatores naturais, como as mudanças climáticas e as dinâmicas e processos do meio físico, o local também é suscetível aos impactos antrópicos, que provém do uso público atrelado, principalmente, à atividade turística. Com os dados obtidos, fica exposta a necessidade de dar a devida atenção à gestão da área, para assim procurar realizar a mitigação dos problemas que, predominantemente estão associados à ocupação humana, mas que podem tornar-se uma maior ameaça associados às mudanças climáticas previstas para a região costeira.

Palavras-chave: Geodiversidade. Risco de degradação. Geopatrimônio. Genipabu. Rio Grande do Norte.

Abstract

The conservation and protection of the geopatrimony of Conservation Units is an extremely important factor, and it is necessary to control the risk of degradation in these areas. In this context, this research sought to carry out a qualitative and quantitative assessment of the risk of degradation of the geopatrimony of the Genipabu area, based on the inventory of the geomorphological heritage and the application of the methodology of *Selmi et al* (2022) for the quantitative assessment of the risk of degradation present in this geosite. In addition to natural factors, such as climate change and the dynamics and processes of the physical environment, the site is also susceptible to anthropogenic impacts, which come from public use linked mainly to tourist activity. The data

obtained shows the need to pay due attention to the management of the area, in order to try to mitigate the problems that are predominantly associated with human occupation, but which could become a greater threat associated with the climate changes predicted for the coastal region.

Keywords: Geodiversity. Risk of degradation. Geoheritage. Genipabu. Rio Grande do Norte.

Resumen

La conservación y protección del geopatrimonio de las Unidades de Conservación es un factor de extrema importancia, siendo necesario controlar el riesgo de degradación de estas áreas. En este contexto, esta investigación buscó realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo de degradación del geopatrimonio del área de Genipabu, a partir del inventario del patrimonio geomorfológico y de la aplicación de la metodología de Selmi et al (2022) para la evaluación cuantitativa del riesgo de degradación presente en este geositio. Además de los factores naturales, como el cambio climático y la dinámica y los procesos del medio físico, el sitio también es susceptible a los impactos antropogénicos, que provienen del uso público vinculado principalmente a la actividad turística. Los datos obtenidos muestran la necesidad de prestar la debida atención a la gestión de la zona, para tratar de mitigar los problemas que están predominantemente asociados a la ocupación humana, pero que podrían convertirse en una amenaza mayor asociada a los cambios climáticos previstos para la región costera.

Palabras clave: Geodiversidad. Riesgo de degradación. Geopatrimonio. Genipabu. Rio Grande do Norte.

Introdução

As Unidades de Conservação (UC) são áreas territoriais que possuem recursos ambientais com características naturais relevantes, sendo criadas e protegidas pelo Poder Público com objetivos de conservação. Elas contribuem para a conservação de espécies e atividades educativas que visem à sensibilização e conservação ambiental. São áreas sujeitas a normas e regras especiais que são reguladas pela Lei Federal nº 9.985/2000, que corresponde ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), onde são estabelecidos critérios para a criação, implantação e gestão das UC's.

De acordo com o Art. 2, inc. II:

“Unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (Lei Federal nº 9.985/00).

De maneira geral, o SNUC tem como objetivos a proteção e a preservação da biodiversidade existentes nas UC's, ao mesmo tempo em que procura inserir, na área, práticas voltadas à população, ligadas por exemplo ao campo educacional e científico mas, ao mesmo tempo, procurando manter o equilíbrio entre a ocupação humana e os recursos naturais do local, para assim evitar sua degradação.

As Unidades de Conservação podem ser de dois tipos: de proteção integral, visando preservar a natureza admitindo somente o uso indireto dos recursos naturais, e de uso sustentável, que pretende aliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais da área. A UC abordada neste trabalho corresponde ao segundo tipo, sendo permitida determinadas atividades, se não houver degradação da UC.

Diante da importância natural das Unidades de Conservação, é de extrema necessidade a devida prática da preservação, conservação e do uso sustentável nessas áreas por parte da população, já que estão sujeitas a inúmeros impactos que podem ser de ordem natural - como no caso das mudanças climáticas, ou a própria dinâmica e processos físicos da área - ou de ordem antrópica, associados à atividades econômicas diversas, ao turismo, urbanização, etc.

Segundo Nicolodi *et al.* (2010) é fundamental a compreensão das interações entre os oceanos e as zonas costeiras e suas relações com as mudanças climáticas, sendo necessária a construção de visões de adaptação dessa parte do território com base nos cenários de aquecimento global, elevação do nível do mar, erosão costeira, etc. Outro fator de bastante destaque são os cenários de inundações que, como consequência, levam a perda do espaço físico, acarretando prejuízos sociais e econômicos.

A zona costeira do Nordeste abriga uma grande diversidade de ecossistemas, variadas características geomorfológicas, além de concentrar a maior parte dos pontos turísticos da região e englobar a maior densidade da população nordestina, que se concentrou em sua maior parte nessa porção do território desde o processo de formação da região Nordeste. Uma área que já é vulnerável às mudanças climáticas, a ação antrópica auxilia ainda mais no seu processo de degradação.

Nesse cenário abordado, estão presentes os termos geodiversidade, geopatrimônio e geossítio, que serão retratados cada um a seguir. Segundo Brilha (2005), a geodiversidade compreende os aspectos não vivos do planeta Terra, a exemplo das rochas e dos minerais, assim como os processos naturais que já ocorreram e ocorrem atualmente, dando origem à diversidade de paisagens, fósseis e solos, por exemplo. De maneira geral, leva em consideração os elementos abióticos da natureza e está diretamente ligada à geoconservação. Dessa forma, os principais métodos de pesquisa sobre a geodiversidade abordam a inventariação e a quantificação de geossítios, a fim de obter conhecimento geral da área estudada e seu valor e/ou relevância. Os geossítios são áreas que concentram características da geodiversidade que possuem valor científico, estético, turístico e/ou cultural etc. 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, conceito esse que está inserido dentro do campo da geodiversidade.

A geodiversidade possui papel relevante para o meio natural e social. Elementos como a biodiversidade são ligados a ela: “a biodiversidade é definitivamente ligada à geodiversidade, uma vez que os diferentes organismos apenas encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas indispensáveis” (Brilha, p. 18, 2005). Fatores sociais como a evolução da civilização e a evolução tecnológica estiveram ligados à geodiversidade, a partir da variedade de componentes químicos obtidos pelos minerais e rochas, assim como a variedade de paisagens, que

condicionam alimentos e abrigo, por exemplo. Estes são exemplos dos motivos de importância da geodiversidade para a sociedade, mesmo que sua relevância venha ganhando espaço científico nas últimas décadas. A geoconservação e a avaliação do geopatrimônio vem sendo temáticas de importantes discussões que apontam olhares para as áreas que necessitam de conservação.

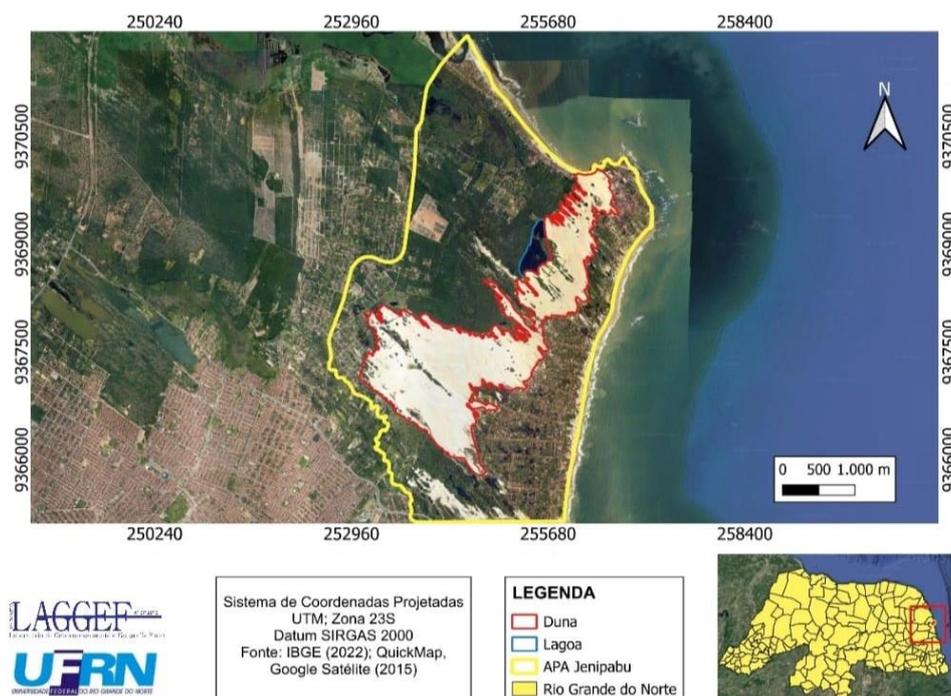
Com isso, neste trabalho procurou-se realizar uma avaliação quali-quantitativa do risco de degradação do geopatrimônio da área de Genipabu, que é inserida numa Unidade de Conservação, realizando anteriormente a inventariação do referido geossítio e, posteriormente, uma avaliação quantitativa do nível dos riscos de degradação presentes na área. O turismo destaca-se nesse local, sendo a atividade mais marcante diante da avaliação, que se interliga diretamente com a taxa de ocupação humana presente no geossítio, que também é influenciada pela proximidade da área de estudo com a capital do estado, Natal. Além da ação antrópica, ligada aos fatores do uso público, outros parâmetros são levados em conta, os quais são relacionados às condições e dinâmicas naturais do geossítio.

Material e método

Com a realização de uma atividade de campo, no dia 8 de dezembro de 2023, o geossítio foi avaliado de forma qualitativa e quantitativa, sendo inventariado de acordo com o método de Diniz, Araújo e Chagas (2022) e, posteriormente, avaliado quanto os seus riscos de degradação, levando-se em conta os seguintes parâmetros: vulnerabilidade social, vulnerabilidade antropogênica e uso público, segundo o método de Selmi *et al* (2022) adaptado por Rabelo *et al* (2023).

A área de estudo está inserida no município de Extremoz, no estado do Rio Grande do Norte e pertence à microrregião de Natal, com distância de aproximadamente 15 quilômetros, onde faz divisa ao Sul. Ao Norte, faz divisa com o município Ceará-Mirim, a Oeste com o município de São Gonçalo do Amarante e a Leste limita-se com o Oceano Atlântico.

Figura 1: mapa de localização da área de estudo.



Fonte: autoria própria (2024).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo As', sendo quente e úmido, com duas estações definidas: uma úmida, que ocorre geralmente de fevereiro a agosto, com um regime pluviométrico de aproximadamente 1.500 milímetros anuais, e uma seca, que ocorre geralmente de setembro a janeiro. A temperatura da área é de 26 °C em média e os ventos predominantes são os alísios, que vêm da direção SE-NW. Em relação a vegetação destaca-se, em Genipabu, a floresta subperenifólia, contando com a presença de salsas, cajueiros e coqueiros, além da vegetação herbácea rasteira e espaçada na área de praia, que conta com a grande presença de gramíneas; na área das dunas fixas e móveis a vegetação predominante é a de restinga. Nas dunas móveis a ocorrência de vegetação é rara, tanto pela ação dos ventos, quanto pela ação antrópica constante que existe na área; nos corpos de água doce, habitando as águas rasas das lagoas, existe a chamada vegetação aquática. Quanto às características pedológicas, o solo predominante na área é o Neossolo, que conta com baixa fertilidade, textura arenosa e excessivamente drenados; por possuir tais características, permitem uma boa recarga do lençol freático.

Além dos depósitos de dunas, ocorre na área de Genipabu a Formação Barreiras, com idade do Terciário-Superior, sendo predominantes os arenitos, siltitos e argilitos, com sedimentos de tamanho areia que são transportados pela ação eólica. As dunas da área se apresentam de formas colinosas, seguindo a direção SE-NW, que são dos ventos predominantes. O campo dunar apresenta sua importância incorporada à recarga do aquífero Barreiras, alimentando rios e lagoas e atuarem como uma espécie de filtro. O aquífero Barreiras se apresenta livre em algumas áreas, como nas lagoas interdunares, com alimentação direta pelo sistema de dunas. Outro corpo hidrológico relevante na área é a chamada Lagoa de Genipabu, que se encontra entre o campo dunar, com origem ligada ao aprisionamento da água no cordão arenoso.

A área em que se situa Genipabu está inserida na parte do litoral oriental do Rio Grande do Norte, mais precisamente na Costa Mista de Dunas e Falésias, que se estende desde o Cabo do Calcanhar/RN até a Baía da Traição/PB, de acordo com a compartimentação da costa da região Nordeste estabelecida por *Diniz et al.* (2016). Conta com grande presença de praias arenosas, falésias provenientes do grupo Barreiras, além de dunas fixas e semifixas. É tido como o trecho mais retilíneo da região, com direção geral NNW-SSE. Essa parte da costa oriental do Rio Grande do Norte é onde ocorre com mais expressividade as formações dunares, onde destaca-se, como maior delas, o campo de dunas de Genipabu.

Um ponto sobre o nome desse lugar é que ele aparece escrito de duas formas, com a letra inicial de seu nome variando entre o “g” e o “j”. A forma mais usual utilizada na escrita e na mídia é “Genipabu”; já “Jenipabu”, com “j”, é originário do termo indígena que advém de um fruto que possui o nome de “Jenipapo”.

A área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental Jenipabu (APAJ), situada entre as latitudes 05° 40' 40"S e 05° 44' 20"S e longitudes 35° 12' 10"W e 35° 14' 01"W, se enquadrando como uma Unidades de Conservação de uso sustentável. O acesso a área pode ser realizado partindo de Natal, pela ponte Newton Navarro, saindo da Praia do Forte, atravessando o Rio Potengi e seguindo pela RN 303 ou pela RN 304. Outro trajeto pode ser realizado pela Ponte de Igapó, na Zona Norte, seguindo pela estrada da Redinha, em um percurso de 15 quilômetros, ou ainda atravessando o rio por meio da balsa, que sai de Santos Reis, próximo às praias dos Artistas e do Meio.

A APAJ foi criada através do Decreto Estadual N° 12.620 de 17 de Maio de 1995, com propósito de surgimento atrelado à atividade do turismo, como o passeio de buggys nas dunas, além da urbanização que foi se desenvolvendo na área, procurando promover o ordenamento e o uso dos solos, proteger e preservar os ecossistemas de praias, mata atlântica e manguezal, lagoas, rios e demais recursos hídricos, dunas e espécies vegetais e animais. A APA abrange, além do município de Extremoz (13,42% do município), o município de Natal (0,31% do município), e possui uma área de aproximadamente 1.739 hectares, de acordo com o IDEMA. Na vasta área da APA há presença de atividades econômicas, como a pesca, a agricultura de subsistência, a agropecuária e o turismo.

Uma Área de Proteção Ambiental pode ser definida com uma extensa área, que possui certo nível de ocupação humana e pretende garantir a proteção e conservação dos elementos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais. Nessa área, se preza pelo uso sustentável dos recursos naturais, onde determinadas atividades são permitidas se não representarem ameaça aos recursos ambientais renováveis e aos processos ecológicos. As APA's pertencem ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), regulado pela lei 9.985 de 18 de julho de 2000, que define, em seu Art. 15:

A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a

diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Já, de acordo o inc. I do art. 3, lei nº 9.254/2009:

APA: unidade de Conservação de uso Sustentável que tem por objetivo básico proteger e compatibilizar a conservação da natureza com a sustentabilidade do uso dos seus recursos naturais através do disciplinamento do processo de ocupação, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos, culturais e do patrimônio público ou especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas

As APA podem estar inseridas tanto em áreas públicas, sendo as regras estabelecidas pelo órgão gestor, a exemplo da União, Estadual ou Municipal, quanto em áreas privadas, com regras estabelecidas pelo proprietário de acordo com as exigências legais.

O Conselho Gestor da APA de Genipabu, que tem como competência aprovar ações empregadas na unidade, foi instituído pelo Decreto Estadual N° 19.139 de 05 de Junho de 2006 e é composto pelo IDEMA, IBAMA, SETUR, representantes de entidades de moradores das comunidades de Natal e Extremoz, inseridas na APA e em seu entorno imediato, entre outros.

Foi instituído, através da Lei N° 9.254 de 06 de Outubro de 2009, o chamado Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Jenipabu – APAJ, que estabelece normas de uso e as metas ambientais específicas, para cada Zona, que pretende proteger e/ou recuperar os recursos naturais da área e promover o desenvolvimento sustentável.

De maneira geral, entre os objetivos do ZEE, estão a proteção da biodiversidade, controle do processo de ocupação da área, sustentabilidade do uso dos recursos naturais, divisão do território da APA em zonas identificadas a partir das unidades geoambientais, que são classificadas levando em consideração o grau de proteção, de vulnerabilidade, além de considerar seus atributos naturais. Entre as Zonas definidas na APA, a que apresenta mais condição de vulnerabilidade ambiental corresponde ao campo dunar e as lagoas interdunares (Zona de Proteção Especial - ZPE).

Para avaliação do geossítio utilizou-se fichas que levam em conta aspectos qualitativos e quantitativos; uma das fichas aborda as características da área (ficha de inventariação) e uma avalia de forma quantitativa os riscos de degradação da área, respectivamente. As informações necessárias foram coletadas durante uma atividade de campo, realizada em dezembro de 2023.

A avaliação qualitativa aborda, de forma geral, aspectos relacionados à acessibilidade do geossítio, juntamente com sua magnitude e suas condições de observação, sua tipologia (se é do tipo vulcânico, metamórfico ou sedimentar, por exemplo), 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 aparentes, hidrologia, solos, uso e ocupação da terra, além de seu potencial didático e riscos naturais presentes no local, com base nos critérios propostos por Diniz, Araújo e Chagas (2022).

A avaliação quantitativa do risco de degradação consiste na abordagem de aspectos ligados aos parâmetros de vulnerabilidade natural, vulnerabilidade antropogênica e uso público. No critério de vulnerabilidade natural serão avaliados se existem processos ativos que afetam o geossítio e sua proximidade com algum processo de degradação; no critério de vulnerabilidade antropogênica são avaliados os interesses geológicos econômicos e se existem elementos geológicos de interesse privado no geossítio; no terceiro e último critério utilizado, o de uso público, é levado em consideração se o geossítio 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).

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

CRITÉRIO	PARÂMETROS	INDICADORES	PONTUAÇÃO
VULNERABILIDADE 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 ativos 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
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	

VULNERABILIDADE ANTROPOGÊNICA	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 colecionáveis para interesse particular	3
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	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	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	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	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
		Geossítio com proteção física de feições geopatrimoniais e estrutura para turistas	0
	USO DEGRADANTE	Nenhuma degradação do uso público	0
		Um elemento de degradação	1
		Dois elementos de degradação	2
		Mais de dois elementos de degradação	3
	CONTROLE DE ACESSO	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

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

Tabela 2 - nível do risco de degradação do geossítio de acordo com as pontuações parciais totais.

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO PARCIAL	PONTUAÇÃO TOTAL	PONTUAÇÃO TOTAL EM RISCO DE DEGRADAÇÃO	NÍVEL DE RISCO
Vulnerabilidade natural	0-6	0-33	0-7	Baixo
Vulnerabilidade antropogênica	0-6		>7-15	Médio
Uso público	0-21		>15-25	Alto
			>25	Muito alto

Resultados e discussão

De acordo com os parâmetros avaliados a partir da ficha de inventariação, a área de estudo apresenta fácil acessibilidade, com acesso direto por via pavimentada e condições de observação considerada boas, não possuindo qualquer obstáculo para com a visibilidade das geoformas; sua tipologia correspondente é sedimentar, sendo resultado da deposição de detritos de outras rochas, com magnitude do tipo "área" (maior que 1.000 ha), já que o geossítio apresenta tamanho de aproximadamente 1.739 ha. Como já apresentado anteriormente, a área está submetida a preservação legal, com presença de APA e de APP, com uso atual destinado à atividade turística e localização em área de livre acesso, sem apresentar obstáculos para utilização do local. Como usos potenciais, destaca-se o potencial turístico, científico e didático. No quesito turístico estão presentes: turismo de aventura, ecoturismo, sol e praia, esporte. A área também é destino de atividades educacionais e científicas promovidas por instituições do ensino básico e superior. No geossítio há presença da Formação Barreiras, correspondendo ao Neógeno e de tipologia terrígena. Não há presença de rochas cristalinas e nem fósseis na área.

No parâmetro de serviços ecossistêmicos abióticos fornecidos pelo geossítio a classificação recebida pode ser direta, indireta ou ausente. Esses serviços podem ser de regulação, de provisão, culturais, de conhecimento e de suporte. Os de regulação compreendem os processos que têm por finalidade o controle natural das condições ambientais, seja do ar, da água e dos solos, controlando sua disponibilização, sua quantidade e sua qualidade; os de provisão compreendem os serviços responsáveis por disponibilizar bens materiais para as sociedades humanas; os serviços culturais e de conhecimento compreendem a relação da sociedade a algum aspecto abiótico do ambiente por seu significado social ou comunitário, além da utilização da natureza abiótica como sala de aula e laboratório, com exploração científica e educacional; já, os serviços de suporte, compreendem aqueles em que a geodiversidade dispõe de recursos para o desenvolvimento de atividades do ser humano ou da própria natureza, e dependem diretamente dos solos e das rochas para serem realizados.

Os serviços presentes na área que serão apresentados ao longo do trabalho receberam a classificação de ocorrência do tipo direta. Na categoria referente à regulação estão presentes: regulação da água, já que seu armazenamento e a recarga de aquíferos são fortemente influenciados pela topografia, solos e depósitos superficiais; na área destaca-se o fornecimento de água potável e fornecimento da habitats e oportunidades de recreação, que ocorrem nas lagoas interdunares, a exemplo da lagoa de Genipabu. Outro serviço ecossistêmico presente é o de qualidade e purificação da água, além do tratamento de resíduos, já que o campo dunar atua como um filtro natural, filtrando partículas, resíduos orgânicos e outros poluentes, além de englobar o serviço de controle de inundação, já que os sedimentos presentes no solo e no subsolo absorvem grandes quantidades de água, reduzindo escoamentos que poderiam provocar inundações na área. Por último, no parâmetro dos serviços de regulação, está presente a categoria de risco natural e regulação da erosão, já que a duna atua como reguladora do fornecimento de sedimento para a área, fazendo a proteção contra riscos naturais relacionados, como já mencionado anteriormente, a inundações.

Na categoria dos serviços de provisão está o fornecimento de água doce, já que existem na área fontes naturais de água doce superficiais ou subterrâneas, como é o caso da lagoa de Genipabu e o aquífero Barreiras. Nesse parâmetro, os solos, a geologia subterrânea e a topografia influenciam o potencial de armazenamento das águas superficiais; já as propriedades dos aquíferos influenciam o potencial de armazenamento e produção de águas subterrâneas.

Os serviços ecossistêmicos culturais e de conhecimento presentes na área compreendem: a diversidade cultural, sendo presente a diversidade do ambiente físico influenciando a diversidades das culturas e da identidade cultural; os sistemas de conhecimento, com a presença de *beachrocks* - que desempenham a função de atenuadores da ação das ondas e das marés sobre a região praial e de provisão de habitats para espécies - e de arenitos ferruginosos na área, onde a sociedade se beneficia das propriedades físicas, materiais, processos e da história e dinâmica da Terra, havendo registros de alterações climáticas e ambientais do passado, além de permitir uma perspectiva dos processos do sistema terrestre e dinâmica de ecossistemas.

Outro serviço promovido é o ligado à educação, com a geodiversidade da área promovendo base tanto para a educação formal e não formal de pessoas de todas as idades, através da aprendizagem ao ar livre; há inspiração artística, pois há fornecimento de inspiração para as artes, além da presença do parâmetro da estética a partir da beleza natural dos vários aspectos do ambiente natural, paisagens e vistas cênicas, trazendo sensações de tranquilidade e paz. O sentido de lugar também se faz presente no local, visto que muitas pessoas valorizam o lugar associando-o às suas características reconhecidas, tais como as paisagens ligadas às dunas, além do “sentimento de segurança” atrelado ao local por parte dessas pessoas; a qualidade ambiental também se faz presente, a qual compreende que a geodiversidade local contribui como um apoio à saúde das pessoas e promove o bem-estar; como último serviço ecossistêmico dessa categoria está inserida a recreação baseada na natureza turismo, já que o sítio é o principal destino para atividades recreativas da população local e recebe turistas constantemente, com base nas características naturais ligadas ao caráter paisagístico, habitats e ecossistemas, além da qualidade estética promovida pela área, promovendo caminhadas, passeios de *buggy*, atividades aquáticas, esportes, além de servir como fonte de emprego.

Na categoria de serviços ecossistêmicos de suporte estão os processos de formação do solo, com a presença dos Neossolos Quartzarênicos, através dos processos de erosão e da deposição de sedimentos; outro serviço existente é o de plataforma para a atividade humana, dando o suporte para a construção e infraestrutura, além de proporcionar realização de serviços de lazer às pessoas, como caminhadas e passeios de *buggy* na áreas interdunares; por último, há o serviço de provisão de habitat, já que o ambiente físico desempenha um papel para o fornecimento de habitats para a biodiversidade, com esse ambiente determinando suas características.

Tabela 3: serviços ecossistêmicos abióticos no patrimônio geomorfológico.

SERVIÇOS	CATEGORIAS/BENEFÍCIOS	CONTRIBUIÇÃO E BENEFÍCIOS DE RECURSOS E/OU PROCESSOS DE GEODIVERSIDADE
	Regulação o clima	Ausente

REGULAÇÃO	Regulação da qualidade do ar	Ausente
	Regulação da água	Ocorre
	Qualidade da água/purificação de água e tratamento de resíduos	Direta
	Controle de inundação	Direta
	Regulação atmosférica e oceânica	Ausente
	Risco natural e regulação da erosão	Ocorre
PROVISÃO	Fornecimento de água doce	Direta
	Materiais industriais	Ausente
	Energia (renovável e não renovável)	Ausente
	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
CULTURAIS E DE CONHECIMENTO	Diversidade cultural	Ausente
	Valores espirituais e religiosos e significados culturais	Ausente
	Sistemas de conhecimento	Direta
	Educação	Direta
	Inspiração artística	Direta
	Estética	Direta
	Relações sociais	Direta

	Sentido de lugar	Direta
	Patrimônio cultural e geopatrimônio	Ausente
	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	Direta
	Ciclagem biogeoquímica	Ausente
	Provisão de habitat	Direta

Fonte: dados de campo.

Em relação à qualidade geomorfológica do local, suas formas são do tipo litorânea, com presenças de uma enseada.. Há presença de depósitos eólicos, com o campo de dunas, que compreendem os montes de areia móveis, que são depositados pela ação do vento dominante, além da presença de depósitos marinhos/flúvio-marinhos, com as restingas, que são faixas de areia depositadas paralelamente ao litoral promovidas pela dinâmica construtiva e destrutiva das águas oceânicas. Além da restinga, há também a praia como feição de deposição no local, que é o depósito de areias acumuladas pelos agentes transportadores marinhos. Como feição residual, há presença da macroforma do tipo lajedo, que é um afloramento de rocha na superfície do solo. Nesse quesito se enquadram os *beachrocks* presentes na área.

O geossítio apresenta duas classes predominantes de declividade: na parte de cima das dunas há um relevo suave ondulado, com declividade variando de 3 a 8%, enquanto que na parte que compreende a escarpa da duna o relevo se mostra forte ondulado, com declividade entre 20 a 45%. Os processos morfodinâmicos aparentes são ligados ao intemperismo, aos movimentos de massa e às ações eólicas. Dentro dos movimentos de massa estão inseridos os casos de deslizamentos, ocorrendo a avalanche da duna, que depende de fatores como inclinação de vertentes, presença ou não de vegetação e da consolidação do material. No parâmetro das ações eólicas estão inseridos os processos de transporte, que é conjunto de fenômenos geológicos que provocam o deslocamento de massas de areia, indo de um ponto a outro. Além disso, na área ocorre o processo de deposição, que compreende o acúmulo de material transportado e depositado pelos ventos. Em relação aos solos e as formações superficiais observou-se, que o parâmetro de natureza desses materiais, na área, compreende o tipo eólico, juntamente ao fato de que o processo de erosão desses solos sofre diretamente impactos da ação dos ventos, onde a paisagem morfológica das dunas é o resultado do

transporte dos grãos de areia realizado pelo vento. Outro processo também existente é o de deflação, que consiste no trabalho realizado pelo vento sobre a superfície das rochas, carregando os detritos desagregados pela erosão mecânica. As terras do local (parte das dunas) são utilizadas predominantemente para o turismo, a exemplo dos passeios de *buggys*, que são famosos na região.

Na categoria de risco antrópico, observa-se que o geossítio recebe interferência antrópica direta, mas sem riscos de deterioração; seu potencial didático compreende o Ensino Fundamental e o público em geral, e conta com produções científicas de artigos, dissertações, monografias e teses, além de participação em um livro que funciona como um guia turístico, abordando a área de Genipabu, de Natal, de Pipa, etc.

Quanto aos riscos naturais oferecidos pelo geossítio, foi identificado um, que compreende o risco de afogamento. A infraestrutura interpretativa compreende informações que são expostas em placas, por exemplo, com intuito de direcionar de uma melhor forma os pontos atrativos do local. A área de estudo não conta com mecanismos que facilitem a compreensão da importância do geopatrimônio por parte dos turistas que visitam a área, sendo inexistente a presença de placas ou painéis interpretativos, por exemplo.

Tabela 3: avaliação qualitativa do geossítio.

Caracterização do patrimônio geomorfológico	Acessibilidade: fácil - acesso direto por via pavimentada	
Enquadramento geral	Tipologia: Sedimentar	
Avaliação preliminar	Magnitude do local: área (>1000 ha)	Condições de observação: boas - sem qualquer obstáculo a visibilidade das geoformas
Estatuto legal - local	Submetida a preservação/conservação legal - direta (APA, APP)	
Uso atual	Turístico	Situação administrativa: localizado em área de livre acesso
Uso potencial	Turístico, científico, didático	Se turístico, que tipo? Aventura, ecoturismo, sol e praia, esporte, geoturismo, estudos
Fenômenos geológicos	Idade das rochas: Neógeno. Holoceno	Litologia: terrígena
Qualificação geomorfológica		
TIPO DO LOCAL	Formas: baías e enseadas	Depósitos: eólicos, marinho/flúvio-marinho

CLASSE DE DECLIVIDADE PREDOMINANTE SÍTIO	DE NO	3 a 8% - relevo suave ondulado 20 a 45% - relevo forte ondulado	
ESPETACULARIDADE		Contraste de cores	
FEIÇÕES DE DEPOSIÇÃO	DE	Praia, restinga	
FEIÇÕES RESIDUAIS		Macroformas: Lajedo	
PROCESSOS MORFODINÂMICOS APARENTES		Intemperismo, movimentos de massa, ações eólicas	
Demais componentes da paisagem			
SOLOS E FORMAÇÕES SUPERFICIAIS	Natureza do material: eólico	Classe do solo: Neossolo quartzarênico	Erosão dos solos: eólica, deflação
CARACTERÍSTICAS DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	Duna utilizada para atividade do turismo, por exemplo para passeios de buggy		
Análise da paisagem	Risco antrópico: sítio com interferência direta, mas sem risco de deterioração		
Grau de conhecimento	Potencial didático: ensino fundamental e público em geral		Produção científica: teses, dissertações, monografias, artigos científicos
Segurança	Apresenta até 1 risco ao visitante		
Ferramentas de compreensão do sítio	Inexistência de mecanismos que facilitem a compreensão		

Fonte: Dados do campo.

Na avaliação quantitativa buscou-se avaliar os riscos de degradação que o geossítio está exposto, sendo dividida em três critérios: vulnerabilidade natural, vulnerabilidade antropogênica e uso público. Cada um dos critérios apresenta parâmetros, que recebem pontuação de 0 até 3. Ao final da coleta da pontuação em cada parâmetro, é realizada 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 7 a 15), alta (pontuação de 15 a 25) ou muito alta (33, a pontuação máxima).

A partir da avaliação quantitativa realizada pode-se chegar à conclusão de que a área de estudo apresenta um risco de degradação classificado como alto. Dentre os três parâmetros, o que

apresentou maior pontuação foi o correspondente ao uso público, sendo o maior risco de degradação observado no local.

Tabela 4: resultados da avaliação quantitativa do risco de degradação do geossítio.

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.

Vulnerabilidade natural			Vulnerabilidade antropogênica			Uso público							Risco de degradação	
A1	A2	Total	B1	B2	Total	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	Tot al	18 (alto)
2	0	2	0	0	0	1	3	2	3	3	1	3	16	

Fonte: dados de campo

O primeiro critério abordado na avaliação quantitativa do risco de degradação é o de vulnerabilidade natural, o qual corresponde a sensibilidade de um geossítio a ser danificado ou destruído por algum processo natural. A pontuação deste critério pode ser de 0 a 6 pontos. Estão inseridos, na vulnerabilidade natural, dois parâmetros: processos ativos e proximidade. No primeiro parâmetro (A1) o geossítio obteve a pontuação 2, que indica que um processo ativo afeta a área contínua ou sazonalmente. No caso de Genipabu, o processo ativo reconhecido é a abrasão marinha, que corresponde à erosão provocada pela ação das águas do mar, atuando sobre os materiais do litoral e os modificando, tanto pela ação química, quanto pela ação mecânica das ondas. No parâmetro de proximidade (A2) a área obteve pontuação 0, que é a inexistência de processos ativos nas proximidades do geossítio, ou seja, não há a possibilidade de degradação nesse parâmetro. Somado esses dois, o critério de vulnerabilidade natural totalizou 2 pontos.

O segundo critério avaliado é o de vulnerabilidade antropogênica, que corresponde a sensibilidade do geossítio ser danificado ou destruído por meio de atividades humanas relacionadas ao seu valor econômico devido suas características geológicas, podendo atingir pontuação de 0 a 6 pontos. Dentro deste critério estão inseridos os parâmetros de interesse econômico e de interesse privado. No primeiro (B1), o geossítio obteve pontuação 0, pois a área não apresenta elementos da geodiversidade de interesse privado. No segundo parâmetro (B2), a pontuação obtida também foi 0, pois não há elementos da geodiversidade que sejam colecionáveis encontrados na área. Como fósseis, por exemplo. Com isso, o critério de vulnerabilidade antropogênica obteve a pontuação mínima, que foi 0.

O terceiro e último critério é o de uso público, que leva em conta a suscetibilidade do geossítio a danos devido à sua localização e ao seu uso atual ou possível. Aqui, a pontuação pode ser de 0 até 21 pontos, pois apresenta mais parâmetros em sua composição. Em relação à proteção legal (C1), o geossítio obteve pontuação 1, pois está inserido numa área natural protegida; no parâmetro de proximidade humana (C2) a pontuação obtida foi 3, pois o geossítio está localizado a menos de 100 metros de uma potencial atividade de degradação, que é a ocupação humana constante. No parâmetro de acessibilidade (C3) a pontuação registrada foi 2, pois o geossítio está

localizado a menos de 100 metros de uma estrada pavimentada; no parâmetro densidade da população (C4) o valor recebido foi 3, pois o geossítio está localizado em uma cidade que é considerada um centro regional - no caso, a capital do estado, Natal. Em relação à proteção física (C5), é levado em conta a estrutura oferecida para turistas e a proteção física do geopatrimônio. Nesse caso, a área obteve pontuação 0, pois não apresenta nenhuma proteção para as feições físicas e não contém estrutura para turistas. No parâmetro de uso degradante (C6), a pontuação recebida foi 1, pois a área possui um elemento de degradação presente, interligada com a ocupação humana. Um exemplo são as atividades desenvolvidas nas dunas, como os passeios de *buggy*, que alteram e degradam a paisagem do geossítio. O último parâmetro abordado é o do controle de acesso (C7), o qual aborda o monitoramento da área. A pontuação obtida foi 0, pois não há nenhum controle e monitoramento presente no geossítio.

A partir da coleta dos valores de cada parâmetro, foi realizada a soma de todos eles para se chegar à pontuação total do risco de degradação da área em estudo e, assim, poder chegar no nível de risco de degradação. A área de Genipabu obteve uma pontuação total de 18 pontos, sendo considerado um geossítio com alto nível de risco de degradação, já que o valor total obtido está entre 15 e 25 pontos. É notório que o parâmetro com maior predominância para o risco de degradação do geossítio é do uso público, com ênfase nos parâmetros de proximidade humana, pois a área possui intensa ocupação que acarreta em degradação antrópica, devido a densidade da população, pois o geossítio localiza-se numa área que está inserida numa cidade que corresponde a um centro regional; o quesito de ausência de estrutura para turistas e de proteção física do geopatrimônio, além da ausência do controle de acesso na área intensificam o risco de degradação deste geossítio.

Conclusões

Nesta pesquisa procurou-se realizar uma avaliação quali-quantitativa do geossítio que compreende a área de Genipabu, situada numa Área de Proteção Ambiental. É um local com diversas geofomas que possuem elevado apelo cênico, e desempenham papel importantes para os ecossistemas e para a sociedade, com destaque para a atividade turística da região. Nessa área de elevada importância, a proteção e a conservação do geopatrimônio é essencial, principalmente levando-se em conta os riscos de degradação associados aos usos humanos.

Sendo classificada como uma Unidade de Conservação de uso sustentável, é inevitável que não ocorram impactos advindos de práticas antrópicas na área, principalmente atreladas ao turismo, a partir do uso público, que pôde ser observado com a aplicação da ficha quantitativa para a área em questão. Além da falta de infraestrutura adequada para a proteção física do geossítio, há pouco investimento dos gestores públicos para com os cuidados diante da UC, aliado à pouca conscientização que parte da população em geral. Isso pode ser observado no local pela ausência de barreiras físicas e do controle de visitantes na área, além da falta de placas/painéis informativos.

Com a avaliação dos riscos de degradação de geossítios, é possível elencar e observar as dificuldades que cada área enfrenta e, por isso, essa avaliação é de extrema importância para a gestão das áreas abordadas, como no caso deste trabalho, as Unidades de Conservação. A

necessidade do monitoramento e da tentativa de diminuição do risco de degradação da área deve ser levado em consideração desde agora, visto que o geossítio está localizado numa área muito suscetível às mudanças climáticas, que é o ambiente costeiro. Além das várias dinâmicas naturais e processos físicos que podem atingir o local, existe a atividade antrópica, que acelera as mudanças na paisagem da área, podendo trazer impactos associados principalmente à sua perda paisagística, acarretando em alterações na atividade turística, que impacta diretamente os setores de economia do geossítio. Estes impactos afetam também a diversidade de espécies e ecossistemas presentes na área e a própria população residente na área, sendo possível perceber que a degradação deste geossítio, causada em grande parte pela própria presença humana, afeta diretamente a mesma nas esferas ambientais, sociais e econômicas.

Referências

BARROS, L. O uso e ocupação sobre áreas de preservação permanente na APA Jenipabu (RN, Brasil) e seu caráter conflitivo: onde fica o ordenamento territorial?. *Sociedade e Território*, Natal, v. 22, n. 2, p. 37-54, 2010.

BRILHA, J. *Patrimônio Geológico e Geoconservação*: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia (online)*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 565-590, 2016.

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

GUEDES, M. R. *Fenômeno turístico e práticas sustentáveis em estudo da comunidade em Genipabu/RN*. Monografia (curso de Graduação em Turismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

Lei nº 9.254, de 06 de outubro de 2009. Área de Proteção Ambiental Jenipabu - APAJ. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=943&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o>>. Acesso em: dez. 2023.

Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Jusbrasil. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/101710/lei-9985-00#art-15>>. Acesso em: dez. 2023.

LIMA, J. S. D. L. *Análise e monitoramento geoambiental na praia de Genipabu, Extremoz/RN*. Dissertação (curso de Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

LOPES, R. F.; CANDEIRO, C. R.; LIMA, C. V. Patrimônio Geológico: síntese terminológica e evolução conceitual. *Biodiversidade*, v. 19, n. 2. 2020.

OLIVEIRA, E. S.; TORRES, D. F. Educação ambiental na APA de Genipabu, como anda?. *Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 21. 2008.

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-conserva%C3%A7%C3%A3o.html>>. Acesso em: dez. 2023.

Plano de manejo para a área de proteção ambiental: APA Jenipabu, relatório de consolidação. Natal, 2009. Núcleo de Unidades de Conservação. 177 páginas. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=943&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Unidades+de+Conserva%E7%E3o>>. Acesso em: dez. 2023.

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 Geoh heritage in Protected Areas of the Semi-arid Coast of Brazil**. Water. 2023; 15(14):2564. Acesso:30/01/2024

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/areas-protegidas/sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao-da-natureza-snuc#:~:text=Criado%20pela%20Lei%20do%20SNUC,%20federais%2C%20estaduais%20e%20municipais>>. Acesso em: dez. 2023.