

COMPARATIVO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ABIÓTICOS NOS PLATÔS DE PORTALEGRE, MARTINS, E A SUPERFÍCIE DE APLAINAMENTO AO ENTORNO

COMPARISON OF ABIOTIC ECOSYSTEM SERVICES ON THE PLATEAUS OF PORTALEGRE, MARTINS, AND THE SURROUNDING FLATNING SURFACE

COMPARACIÓN DE LOS SERVICIOS DEL ECOSISTEMA ABIÓTICO EN LAS MESETA DE PORTALEGRE, MARTINS Y LA SUPERFICIE DE APLANAMIENTO ALREDEDOR

MARCELO ALVES DE SOUZA¹
FRANCISCO HERMÍNIO RAMALHO DE ARAÚJO²
MARCO TÚLIO MENDONÇA DINIZ³
FERNANDO EDUARDO BORGES DA SILVA⁴

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte
E-mail: marceloalvess450@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8157-088X>

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte
E-mail: netinho_serra.sr@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3176-1649>

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte
E-mail: tuliogeografia@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7676-4475>

⁴Universidade Federal do Rio Grande do Norte
E-mail: fernando100borges00.1@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2148-6471>

RESUMO

A Geodiversidade é um tema crescente no mundo científico, envolvendo questões voltadas ao campo teórico, metodológico, gestão, entre outros. Um dos instrumentos desenvolvidos são os serviços ecossistêmicos, ou seja, benefícios que o meio pode proporcionar a comunidade, assim como desempenhar um papel importante no cenário da geoconservação. Esse trabalho tem o objetivo de analisar e apresentar um comparativo dos diversos serviços ecossistêmicos abióticos presentes nos platôs de Portalegre e Martins em relação aos que se apresentam nas imediações do platô que fica sob um maciço, ressaltando consequentemente a importância dessa área, a vista disso, desencadeará em mudanças de perspectivas no que tange o cuidado com o local, corroborando para estratégias que visem cada vez mais a proteção desse platô, dando condições para que os municípios usufruam desses serviços fornecidos.

Palavras chave: Geopatrimônio; Geodiversidade; Serviços Ecossistêmicos.

ABSTRACT

Geodiversity is a growing topic in the scientific world, involving issues in the fields of theory, methodology and management, among others. One of the tools developed is ecosystem services, i.e. benefits that the environment can provide to the community, as well as playing an important role in the geoconservation scenario. The aim of this work is to analyze and present a comparison of the various abiotic ecosystem services present on the plateaus of Portalegre and Martins in relation to those present in the immediate vicinity of the plateau, which is located under a massif, consequently highlighting the importance of this area. In view of this, it will trigger changes in perspectives regarding the care of the site, corroborating strategies aimed increasingly at protecting this plateau, providing conditions for the municipalities to take advantage of these services provided.

Keywords: Geopatrimony; Geodiversity; Ecosystem Services.

RESUMEN

La geodiversidad es un tema en crecimiento en el mundo científico, involucrando cuestiones relacionadas con aspectos teóricos, metodológicos, de gestión, entre otros. Uno de los instrumentos desarrollados son los servicios ecossistêmicos, es decir, beneficios que el ambiente puede brindar a la comunidad, además de jugar un papel importante en el escenario de geoconservación. Este trabajo tiene como objetivo analizar y presentar una comparación de los diversos servicios ecossistêmicos abióticos presentes en las mesetas de Portalegre y Martins en relación con los presentes en las proximidades de la meseta que se encuentra bajo un macizo, destacando en consecuencia la importancia de esta área, en vista Todo esto, desencadenará cambios en las perspectivas respecto del cuidado del sitio, apoyando estrategias que apuntan cada vez más a proteger esta meseta, brindando condiciones para que los municipios aprovechen estos servicios brindados.

Palabras clave: Geopatrimonio; Geodiversidad; Servicios de ecosistema.

INTRODUÇÃO

É notável que os estudos referentes ao meio biótico são consideravelmente mais desenvolvidos do que o meio abiótico, em contrapartida tem-se nas últimas décadas um maior interesse em questões relacionadas ao meio físico, principalmente no início da década de 1990. A partir daí a Geodiversidade foi sendo alvo de estudos científicos por geólogos e geógrafos (NASCIMENTO; SANTOS, 2013). Segundo Gray (2013, p.12), a Geodiversidade corresponde “a variedade natural (diversidade) geológica (rochas, minerais, fósseis), geomorfológica (forma da terra, processos), características do solo e hidrológicas. Inclui seus conjuntos, relações, propriedades, interpretações e sistemas”. Assim podemos considerá-la como a variedade do meio abiótico.

Como a intensa exploração da natureza ameaça a Geodiversidade ampliam-se as discussões acerca da conservação do meio abiótico ou geoconservação. Geoconservação são estratégias que têm por objetivo a conservação e gestão do patrimônio geológico e processos naturais a ele associados (BRILHA, 2005). Para Sharples (2002) a geoconservação objetiva preservar a Geodiversidade, ou seja, processos e particularidades dos elementos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, de modo que se perpetue a evolução dos processos e dos elementos de forma natural. Considerando isso, a conservação da natureza se trata de uma valorização do patrimônio natural, com isso, existem diversas formas de compreender se o elemento é apto a ser conservado ou não, como por exemplo através da avaliação de patrimônio geomorfológico de Araújo (2021), dos serviços ecossistêmicos, entre outros.

Na discussão sobre a geoconservação é necessário refletir quais os valores ou serviços que os elementos abióticos prestam para o ser humano e o meio ambiente (RABELO et al., 2018). De acordo com Hjort et al. (2015) a Geodiversidade, ao ser amparada pela geoconservação, oferece uma gama de serviços ecossistêmicos fundamentais para a sociedade que na maioria das vezes desconhece pela pouca divulgação.

Tratando dos serviços ecossistêmicos, Daily (1997, p. 3) descreve que:

as condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, sustentam e cumprem a vida humana. Eles mantêm a biodiversidade e a produção de bens do ecossistema, como frutos do mar, forragem, madeira, combustíveis de biomassa, fibra natural e muitos produtos farmacêuticos, produtos industriais e seus precursores.

Tanto os sistemas bióticos como os abióticos fornecem e compartilham serviços ecossistêmicos (GRAY, 2011). Sendo esse último o foco principal desse trabalho denominado de serviços ecossistêmicos da Geodiversidade que, segundo Gray, Gordon e Brown (2013) são os benefícios (bens e serviços) que a natureza abiótica dá à sociedade. Ainda de acordo com esses autores, a valorização total e a gestão cuidadosa para sustentar e aumentar o capital natural devem garantir a disponibilidade desses benefícios para as gerações futuras.

Para identificar os benefícios prestados pela Geodiversidade Gray, Gordon e Brown (2013) forneceram uma classificação adaptada da proposta de Gray (2011) e seguiu uma abordagem semelhante utilizando as quatro categorias propostas na Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005). Os autores agruparam os serviços ecossistêmicos em: regulação, suporte, provisão e culturais (GRAY; GORDON; BROWN, 2013).

A partir desta classificação dos serviços ecossistêmicos da Geodiversidade torna-se mais compreensível identificar quais benefícios dos elementos abióticos está direta e indiretamente envolvida com os ecossistemas (RABELO et al., 2018). Deve-se salientar que os tipos de serviços podem ser ofertados em maior ou menor quantidade de acordo com os diferentes ecossistemas.

É nesse contexto que o presente trabalho tem como objetivo de analisar e apresentar um comparativo dos diversos serviços ecossistêmicos abióticos presentes nos platôs de Portalegre e Martins em relação aos que se apresentam nas imediações do mesmo, ou seja, na superfície de aplainamento, mostrando sua relevância para aqueles que usufruem desses serviços fornecidos. A pesquisa justifica-se pelo fato de trazer uma discussão científica voltada para os estudos dos serviços ecossistêmicos, incluindo os componentes abióticos, no caso a Geodiversidade, e sua importância para a sociedade, já que usufruem desses benefícios.

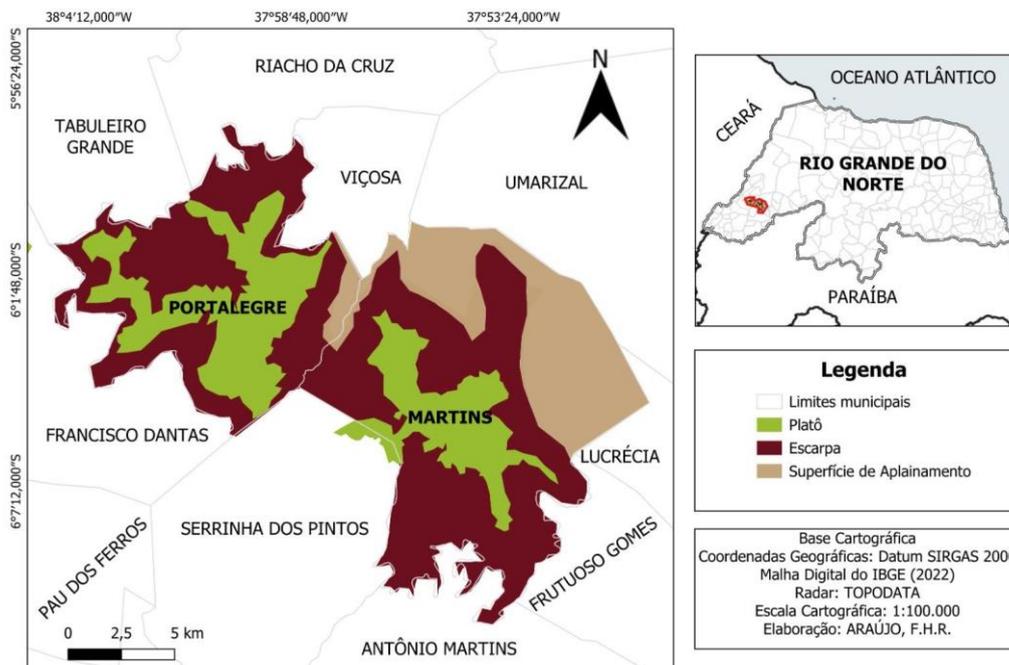
MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi feita uma inventariação das áreas, tratando dos aspectos geomorfológicos, geológicos, climatológicos, entre outros. Em seguida uma análise de qualificação que visa identificar os benefícios oferecidos pelos locais estudados.

Área De Estudo

A área estudada fica sob as coordenadas: 06° 05' 12" S e longitude: 37° 54' 45" W, nos municípios de Portalegre e Martins, Rio Grande do Norte (figura 1). Trata-se de dois platôs e a superfície de aplainamento que fica ao entorno.

Figura 1 - Mapa de localização dos platôs de Portalegre e Martins e a superfície de aplainamento.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Os platôs de Portalegre e Martins possuem características bem particulares em relação ao entorno, no que tange à aspectos geomorfológicos, geológicos, climatológicos e pedológicos. Essas características distintas contribuem para a atuação e disposição de benefícios fornecidos pelos serviços ecossistêmicos.

Esses platôs possuem cobertura arenítica de idade paleo-neogênica que repousa no embasamento cristalino, a Formação Serra dos Martins (MENEZES, 1999) é composta por arenitos e sedimentos siltosos e argilosos que estão sobrepostos ao embasamento cristalino (MEDEIROS, 2016). A cobertura arenítica mede em torno de 30 metros de espessura de modo

que está recobrando diversos maciços cristalinos que estão nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba (MAIA; BETARD; BEZERRA, 2016). Além disso, o maciço é composto por rochas das suítes intrusivas Itaporanga e Poço da Cruz.

O local passou por processos de inversão do relevo “No Nordeste brasileiro, vários trabalhos atestam os efeitos dos processos de inversão do relevo, sejam de ênfase estrutural a partir da análise da resposta no relevo às reativações tectônicas, sejam enfatizando o papel exercido pela erosão diferencial do embasamento” (MAIA; BETARD; BEZERRA, 2016, p.274). Segundo Oliveira e Medeiros (2012) o vulcanismo Macau de idade neógena corroborou para a ocorrência da epirogênese que originou o maciço da Borborema, acontecendo o efeito de underplating, maciço de Martins-Portalegre se trata de relevo residual do antigo Domo Borborema.

O local passou por sucessivas oscilações do lençol freático, e por diversas fases de umedecimento e secagem os óxidos de ferro como hematita e goethita que se acumulam formando mosqueados, em seguida chega a causar o endurecimento do material formando a petroplintita ou laterita tanto no arenito Serra do Martins como nos Latossolos provenientes dessa rocha. Dessa forma, a laterita no platô dificulta o recuo das vertentes, já que o material possui uma elevada resistência, acontecendo a perduração deste relevo residual de pequenas chapadas ou de morros testemunhos.

A área se concentra no semiárido nordestino e por meio de condições diferenciais de topografia podemos considerar uma área de exceção, chegando algumas partes a cerca de 700 metros de altitude com desnível de pelo menos 300 metros em relação a superfície de aplainamento que circunda o maciço. Dessa forma, ocasiona condições climáticas singulares em comparação com seu entorno, o relevo condiciona chuvas orográficas, além de temperaturas mais amenas na área (TORRES; MACHADO, 2011). Medeiros (2016) em sua tese de doutorado identifica a Serra de Martins como uma paisagem de exceção, um verdadeiro brejo de altitude.

Devido aos maiores índices pluviométricos no platô teremos uma maior distribuição de solos mais bem desenvolvidos, consequência da maior atuação dos processos intempéricos. Desse modo, na parte mais aplainada do platô teremos uma maior presença de Latossolos Amarelos, por outro lado, na área de sotavento e nas mais declivosas como por exemplo na parte coluvial e acidentadas do platô, devido a menor atuação do intemperismo químico se perpetuam os Neossolos Litólicos, ademais, em algumas partes do platô temos os Argissolos vermelho-amarelos (QUEIROZ, 2021).

A segunda área estudada é circunvizinha aos platôs supracitados, é a parte aplainada e rebaixada dos municípios de Martins e Portalegre, como mostrada na figura 1, no qual terá outros aspectos físicos. Trata-se da superfície de aplainamento que possui a vegetação da Caatinga no espaço estudado coincide justamente com o clima Semiárido que influencia diretamente, onde as precipitações se distribuem majoritariamente em quatro meses do ano, a famosa quadra chuvosa sertaneja, entre os meses de fevereiro até maio. Ademais, segundo Torres e Machado (2008, p.181) “as temperaturas são elevadas e geralmente superiores a 25°C”, a pluviosidade é baixa, ficando em torno de 500 mm anuais, sendo as chuvas, além de escassas, irregulares. Isso é fruto de células de alta pressão que adentram no estado, além disso, se tem uma baixa penetração dos ventos alísios de leste-oeste no inverno (AB’SÁBER, 2003). Essas precipitações são principalmente advindas do deslocamento da zona de convergência intertropical (ZCIT), que atua no estado durante verão e outono, ademais podemos citar os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que é atuante em alguns casos, eles se originam no atlântico e penetram no interior do estado, ocasionando chuvas, concentrando ar seco na sua parte central e nas partes periféricas forma-se uma área de baixa pressão, favorecendo a formação de chuvas (DINIZ; PEREIRA, 2015).

Consequentemente as características pedológicas são típicas de locais com baixos índices pluviométricos, com precipitações que não ultrapassam os 800 mm anuais, isso em termo de classes de solos, são comuns na área os luvisolos crômicos, bastante característicos do semiárido brasileiro. São solos rasos, contudo os solos das áreas são razoavelmente profundos, em comparação com outras áreas semiáridas, a profundidade se deve à diminuta exploração humana na superfície de aplainamento do entorno do maciço e à presença de rampas de colúvio no sopé do planalto, além disso, essa razoável profundidade é fruto também de fatores naturais, já que esses solos sofrem pouco com os processos intempéricos, devido a pouca precipitação, dificultando assim o aprofundamento do solo. Apesar disso, são solos que na sua maioria vão ter uma boa fertilidade, já que a lixiviação é mais atuante em ambientes úmidos, sendo assim, de forma geral há uma maior quantidade de nutrientes nos solos devido a baixa atuação da lixiviação.

A área é rebaixada, ficando em média 250 a 350 metros de altitude, segundo Diniz et al. (2017) corresponde a Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró, fazendo parte da Depressão Sertaneja que corresponde a cerca de 24429,5 km² equivalente a aproximadamente a 46% do estado, essas áreas são geralmente aplainadas e passam por sucessivos processos de dissecação. Por se tratar de uma área aplainada o processo de pediplanação é recorrente no local, que segundo Maia, Bezerra e Sales (2010, p.9):

Nesse processo, ocorre a retração lateral das escarpas das vertentes e por consequência, acúmulo de material detrítico em sua base, formando rampas suaves em direção ao fundo dos vales, denominadas pedimentos. No caso de mantidas as mesmas condições climáticas, ocorre a coalescência dos pedimentos e a formação de amplas superfícies aplainadas denominadas pediplanos.

Em vista disso, temos áreas distintas que por conseguinte refletirá no fornecimento dos serviços ecossistêmicos.

Procedimentos Metodológicos

De início foi feito um levantamento bibliográfico acerca dos principais autores que abordaram o tema em questão. Nessa etapa também foi feito um levantamento detalhado dos aspectos físico-naturais das áreas de estudo.

Em campo foram realizadas observações empíricas dos fenômenos e coletas de dados a partir de uma ficha de campo adaptada a partir da classificação dos serviços ecossistêmicos abiótico de Gray (2013), Gordon e Barron (2013) Gordon (2015; 2018) que seguiram uma abordagem semelhante à da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) e agruparam em quatro categorias como podemos observar no quadro 1: serviços de suporte, serviços de regulação, serviços de provisão e serviços culturais.

Quadro 1: Serviços ecossistêmicos e seus benefícios.

SERVIÇO DE REGULAÇÃO	
1.1 Regulação do Clima	A geodiversidade influencia o clima local e globalmente (por exemplo, através dos efeitos da topografia na temperatura e na precipitação). Os processos geológicos e geomorfológicos e os solos desempenham um papel fundamental na regulação do clima através do desgaste das rochas, sequestro de carbono e liberação de gases de efeito estufa.
1.2 Regulação da Qualidade do Ar	Os ecossistemas contribuem e extraem produtos químicos da atmosfera, influenciando muitos aspectos da qualidade do ar.

1.3 Regulação da Água	O tempo e a magnitude do escoamento, inundação, armazenamento de água e recarga de aquíferos podem ser fortemente influenciados pela topografia, solo, depósitos superficiais e leito rochoso.
1.4. Qualidade da Água/Purificação de água e tratamento de resíduos	Rocha, depósitos superficiais e solo atuam como filtros naturais, fornecendo o “tecido” para a regulação da qualidade da água. A zona insaturada (geologia do solo e da subsuperfície que purifica a água percolada) filtra partículas, resíduos orgânicos e outros poluentes antes de atingir o armazenamento das águas subterrâneas. Este serviço reconhece a capacidade dos componentes e processos da geodiversidade de conter, diluir, atenuar e decompor poluentes.
1.5 Controle de inundação	O controle de inundações é frequentemente listado como um serviço do ecossistema, mas muitos dos processos envolvidos são físicos e ecológicos. Por exemplo, sedimentos do solo e do subsolo absorvem grandes quantidades de água da chuva e, assim, reduzem o escoamento superficial, ou seja, atrasam e suavizam a entrega de água da chuva aos canais do rio, reduzindo assim as inundações.
1.6 Regulação atmosférica e Oceânica	As circulações da atmosfera e dos oceanos desempenham um papel vital na regulação do clima e da habitabilidade do mundo.
1.7 Risco Natural e Regulação da Erosão	Proteção de pessoas, propriedades e terras contra riscos naturais, como inundações, erosão e deslizamentos de terra.
SERVIÇO DE PROVISÃO	
2.1 Fornecimento de água doce	A geologia fornece o tecido para os aquíferos e dá suporte aos sistemas de águas superficiais. Os solos, a geologia subterrânea e a topografia influenciam o potencial de armazenamento de águas superficiais, enquanto as propriedades dos aquíferos influenciam o potencial de armazenamento e produção de águas subterrâneas.
2.2. Energia (renovável e não renovável)	Geologia, topografia e processos naturais ajudam a fornecer formas renováveis de energia (hidrelétrica, geotérmica, marés, ondas e vento) e as não renováveis (carvão mineral, petróleo, gás natural, etc.).
2.3. Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Minerais e nutrientes são geralmente obtidos de alimentos com níveis consideráveis, os alimentos, por sua vez, obtêm os mesmos do solo.
2.4 Recursos ornamentais	Fornecimento de rochas, fósseis, minerais e agregados para decoração e paisagismo.
2.5 Materiais de construção	Extração de rochas, sedimentos e outros materiais para construção civil.
2.6 Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)	Produtos alimentares derivados de plantas, animais e micróbios; Produtos de fibra, incluindo madeira, juta, algodão, cânhamo, seda e lã; Madeira, estrume e outros materiais biológicos; Muitos medicamentos, biocidas, aditivos alimentares como alginatos e materiais biológicos são derivados de ecossistemas;
SERVIÇO CULTURAL	
3.1 Diversidade cultural	A diversidade do ambiente físico é um fator que influencia a diversidade das culturas e identidade cultural.
3.2 Valores espirituais e religiosos e significados culturais	As formações rochosas naturais e os aterros sanitários têm frequentemente valores religiosos ou espirituais associados, também no folclore e lendas locais.
3.3 Sistemas de conhecimento	A sociedade beneficia do conhecimento das propriedades físicas, materiais, processos e história da Terra de muitas maneiras (por exemplo, através da geologia aplicada, engenharia e geologia ambiental, geologia médica e geoforense). Registros de alterações climáticas e ambientais do passado preservados numa variedade de arquivos (por exemplo, núcleos de gelo, sedimentos oceânicos,

	aterros sanitários e sedimentos lacustres) permitem uma perspectiva a longo prazo sobre processos do sistema terrestre e dinâmica do ecossistema, tendências e interações humanas. Eles fornecem linhas de base para a monitorização e previsão ambiental, e podem indicar possíveis ecossistemas, respostas a mudanças futuras no clima e outros fatores.
3.4. Educação	A geodiversidade fornece a base tanto para a educação formal como não formal de pessoas de todas as idades, através de aprendizagem e oportunidades de aprendizagem ao ar livre.
3.5 Inspiração artística	A geodiversidade fornece uma rica fonte de inspiração para a arte, literatura, poesia, música, escultura, símbolos nacionais, arquitetura e património construído e jardins.
3.6 Estética	Muitas pessoas encontram beleza natural e valor estético em vários aspectos do ambiente natural, paisagens e vistas cénicas, paisagens interessantes/bonitas/dramáticas e silêncio/tranquilidade/ paz.
3.7 Relações sociais	Alterações nos serviços ecossistêmicos (por exemplo, disponibilidade de água doce, regulação de cheias ou erosão) pode afetar as relações sociais, particularmente nas culturas que mantiveram fortes ligações aos seus ambientes locais. O voluntariado através de Grupos Locais de Geoconservação também pode fornecer oportunidades de interação social.
3.8 Sentido de lugar	Muitas pessoas valorizam o sentido do lugar que está associado às características reconhecidas do seu ambiente, tais como formações rochosas naturais e paisagens, e a percepção do "sentimento de segurança" é caráter criado por essas características.
3.9 Património cultural e Geopatrimónio	Os geossítios associados a grandes desenvolvimentos em geociência fazem parte do valor cultural do geopatrimónio. Outros geossítios são significativos para as suas associações históricas, literárias ou artísticas ou outros significados culturais. A geodiversidade sustenta o caráter paisagístico e paisagístico do mar e diferentes tipos de paisagem cultural. A utilização de pedra local ou tradicional e outros materiais geológicos dentro do ambiente construído e a conservação das paisagens culturais contribuem para o património cultural de uma área e o seu caráter paisagístico. As memórias culturais são frequentemente expressas através de características naturais tais como montanhas, quedas de água e formações rochosas.
3.10 Qualidade ambiental	A geodiversidade e o geopatrimónio contribuem para a qualidade ambiental que apoia a saúde das pessoas e o bem-estar.
3.11 Recreação e baseada na natureza turismo	As pessoas escolhem frequentemente onde passar os seus tempos livres com base nas características do natural ou características culturais de uma determinada área. As características físicas (geodiversidade) sustentam o caráter paisagístico, habitats e ecossistemas valorizados, e as qualidades estéticas e outras qualidades culturais de uma área. Eles proporcionam oportunidades de recreação ao ar livre (por exemplo, caminhadas, escalada em rocha, cavernas, esqui e aventura ao ar livre) e lazer, ou um refúgio tranquilo onde relaxar e refletir, e contribuir para a saúde e o bem-estar das pessoas. Também apoiam o geoturismo, que por sua vez fornece uma fonte de emprego (por exemplo, em geoparques) e uma gama de benefícios relacionais e outros acima descritos que contribuem para a saúde e bem-estar das pessoas e para o seu desenvolvimento educacional e pessoal ao longo da vida.
SERVIÇO DE SUPORTE	
4.1 Processos de formação de solo	A taxa de formação do solo através do intemperismo de rochas e outros materiais de origem (incluindo aqueles derivados da erosão e deposição de sedimentos) é um fator chave no fornecimento de um meio para o crescimento das plantas e habitats de apoio

4.2 Enterro e armazenamento	Os recursos físicos da terra são usados há muito tempo para o enterro humano, colocando corpos na terra (como nas sepulturas) ou em monumentos construídos acima do solo, como as pirâmides ou - em menor escala - montes de pedras ou dolmens. Uma variedade diversificada de tipos de rochas também é usada pelos pedreiros modernos para fazer lápides (Figura 4.3), embora uma propriedade importante aqui seja a durabilidade, principalmente na retenção de inscrições.
4.3 Plataforma para a atividade humana	A geodiversidade fornece uma plataforma para construção e infraestrutura (por exemplo, terreno plano em praias elevadas ou terraços fluviais).
4.4 Ciclagem biogeoquímica	A circulação natural contínua de elementos vitais (por exemplo, carbono e nitrogênio), compreendendo trocas entre a atmosfera, a geosfera e os organismos vivos.
4.5 Provisão de Habitat	O ambiente físico geralmente desempenha um papel enorme no fornecimento de habitats para a biodiversidade, mas isso parece ser raramente reconhecido pelos ecologistas.

FONTE: Adaptado de Gray (2013); Gordon e Barron (2013); Gordon (2015; 2018).

Cada categoria de serviços ecossistêmicos é subdividida em diversos benefícios (GRAY, 2013), que podem ser analisados qualitativamente e depois quantificados. Na análise quantitativa, os serviços ecossistêmicos serão identificados especificando se esses estão presentes de forma direta ou indireta na área de estudo.

A quantificação foi feita através das quatro categorias apresentada no quadro, sendo os serviços de regulação, que será responsável pelo controle natural das condições ambientais, os serviços de provisão com a finalidade de disponibilizar bens materiais para a sociedade, o serviços culturais que têm relação com a sociedade e os aspectos abióticos do ecossistema, ligado também a exploração no âmbito educacional e científico, e por último o serviços de suporte, basicamente vai dar condições para o desenvolvimento das atividades humanas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Maciço Portalegre-Martins tem seus platôs coberto por sedimentos cenozóicos da Formação Serra do Martins, que por sua vez repousam sobre as rochas paleoproterozoicas da Suíte Poço da Cruz neoproterozóicas da Suíte Intrusiva Itaporanga. O seu entorno é marcado pela superfície de aplainamento do Apodi-Mossoró com presenças de inselbergs e a litologia marcada pelos afloramentos de rochas ígneas e metamórficas.

A Geodiversidade influencia na atuação dos serviços ecossistêmicos e age nas diferentes escalas para produção desses serviços. Nos platôs de Portalegre e Martins podemos identificar quais serviços ecossistêmicos são prestados pelo meio abiótico e a atuação dele de forma direta ou indireta na área do platô (como podemos observar tabela 1) e em seu entorno.

Tabela 1 - Quantificação dos serviços ecossistêmicos presentes nas áreas estudadas.

	CATEGORIAS/BENEFÍCIOS	ÁREA	
		Platôs	Superfície de aplainamento
1.Regulação	1.1 Regulação do Clima	Direta	
	1.2 Regulação da Qualidade do Ar	Indireta	
	1.3 Regulação da Água	Direta	
	1.4. Qualidade da Água/Purificação de água e tratamento de resíduos	Indireta	

	1.5 Controle de inundação	Indireta	
	1.6 Regulação atmosférica e oceânica	Direta	
	1.7 Risco Natural e Regulação da Erosão	Direta	
2.Provisão	2.1 Fornecimento de água doce	Direta	Indireta
	2.2. Energia (renovável e não renovável)	Indireta	Indireta
	2.3. Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Direta	Indireta
	2.4 Recursos ornamentais	Indireta	
	2.5 Materiais de construção	Direta	
	2.6 Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)	Indireta	Indireta
3.Cultural	3.1 Diversidade cultural	Indireta	Indireta
	3.2 Valores espirituais e religiosos e significados culturais	Indireta	
	3.3 Sistemas de conhecimento	Indireta	Direta
	3.4. Educação	Direta	Direta
	3.5 Inspiração artística	Direta	Direta
	3.6 Estética	Direta	Indireta
	3.7 Relações sociais	Direta	Direta
	3.8 Sentido de lugar	Direta	Direta
	3.9 Patrimônio cultural e Geopatrimônio	Indireta	Indireta
	3.10 Qualidade ambiental	Direta	
	3.11 Recreação baseada na natureza e turismo	Direta	Indireta
4.Suporte	4.1 Processos de formação de solo	Indireta	Direta
	4.2 Enterro e armazenamento	Direta	
	4.3 Plataforma para a atividade humana	Direta	Direta
	4.4 Ciclagem biogeoquímica	Direta	Direta
	4.5 Provisão de Habitat	Direta	Direta

Fonte: Adaptado de Gray (2013); Gordon e Barron (2013); Gordon (2015); Gordon (2018).

Como podemos ver na tabela 1 dos serviços ecossistêmicos, os platôs de Portalegre e Martins possuem grande relevância no que diz respeito a presença desses serviços, contendo todos os benefícios, como por exemplo no serviço de regulação, fornecendo a regulação do clima, sendo que os efeitos da altitude influenciam na precipitação e temperatura localmente, há também a regulação da água, já que no arenito da Formação Serra do Martins é permeável e infiltra água para abastecimento do lençol freático e assim se distribui em nascentes mais abaixo do maciço, entre outros benefícios. Por outro lado, na superfície de aplainamento não identificou-se nenhum benefício de regulação, como por exemplo a regulação do clima, na qual não é influenciado pelas características do ambiente, e sim pela baixa latitude e a zona de convergência intertropical, além disso, dificulta a regulação da água no que diz respeito a sua

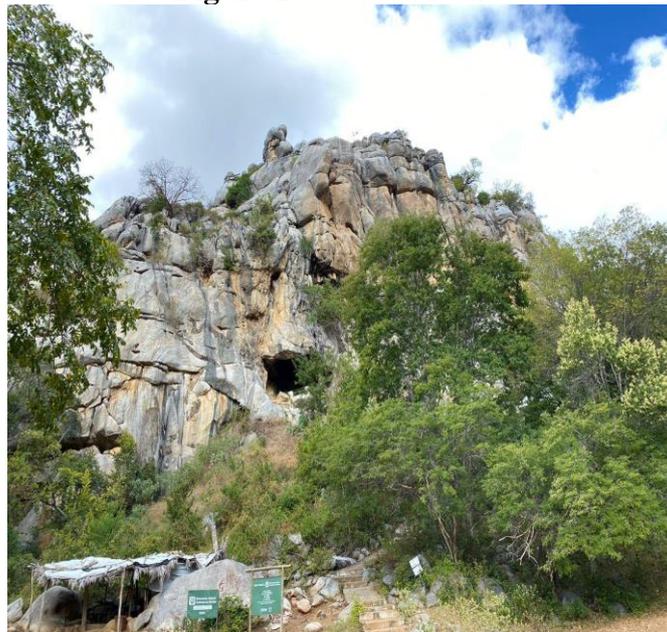
qualidade, já que fica em um ambiente cristalino, sendo assim a altitude influencia diretamente em questões voltadas ao serviço de regulação.

Nos benefícios do serviço de provisão identificou-se que nos platôs há o fornecimento de água doce, principalmente das nascentes, além de nutrientes fornecidos pelo solo garantindo alimentos e remédios naturais, já que o local possui solos mais bem desenvolvidos, sendo que em alguns casos não são tão férteis do ponto de vista de composição mineralógica, porém, são solos favoráveis para o manejo. Na outra área, no item que diz respeito aos nutrientes fornecidos pelo solo se tem um lugar propício com solos férteis, por outro lado, eventualmente são mais difíceis de se trabalhar, devido ao período de maior seca no Nordeste esses solos se encontram secos, resistentes e às vezes bem estruturados. Nos itens de Recursos ornamentais e Materiais de construção não se encontra nenhum tipo de extração de rochas, minerais, para construção civil ou material decorativo, por outra perspectiva, em cima do platô temos a laterita que em alguns casos é utilizada pela comunidade para determinadas construções.

Tratando dos serviços culturais no platô podemos citar a educação, já que o local é adequado para tratar de assuntos que envolva geomorfologia, como desenvolvimento do relevo, questões climáticas, de como a altitude influencia nos índices pluviométricos, como mirante tanto à barlavento como a sotavento do planalto. Outro benefício é o sentido de lugar para aqueles presentes em um dos municípios, a recreação baseada na natureza e turismo, onde Martins e Portalegre são fortemente influenciados.

Na parte circunvizinha ao maciço onde fica o platô os itens de Patrimônio cultural e Geopatrimônio, Sistemas de conhecimento, Educação, Estética e Inspiração artística, são todos identificados na Casa de Pedra (figura 2), uma caverna em mármore da Formação Jucurutu, sendo um elemento de estudos científicos, utilizada para aulas de campo e exemplificação de alguns conteúdos, além de ser esteticamente bela e retratada em pinturas.

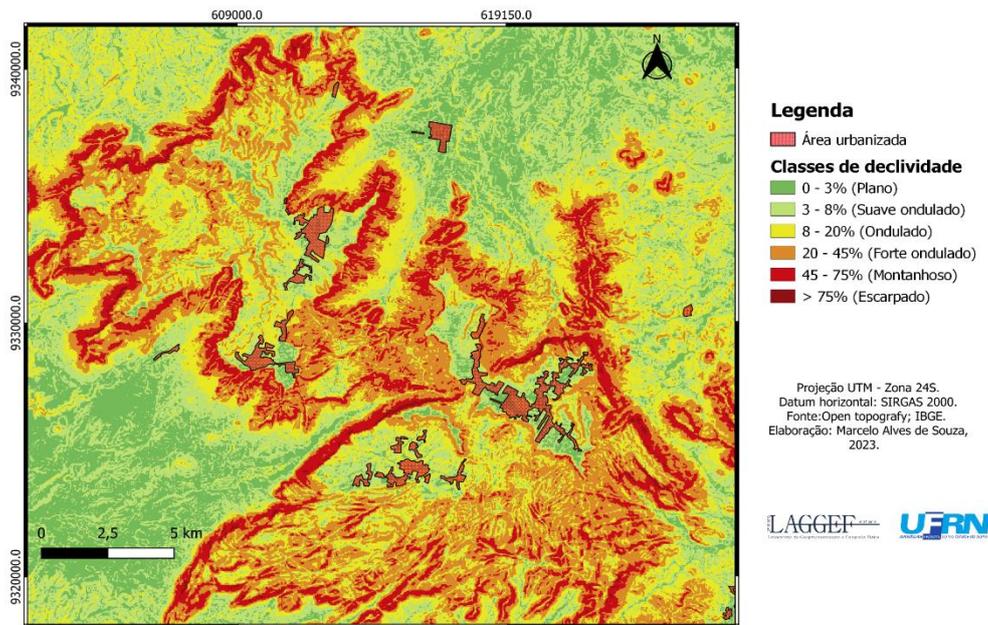
Figura 2 - Casa de Pedra.



Fonte: Acervo do LAGGEF (2023).

Nos benefícios ligados ao serviço de suporte, nas duas áreas há plataforma para atividade humana, já que o platô e a superfície de aplainamento integram dois municípios, nesse sentido, as cidades ficam no platô, e a parte mais rural fica no entorno do mesmo, na figura 3 podemos observar que a parte urbanizada desses municípios ficam no platô, ou seja, na parte mais aplainada.

Figura 3 - Mapa de declividade e a atuação da área urbana no platô.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Além disso, podemos destacar a influência da Casa de Pedra na superfície de aplainamento, o item de Provisão de habitat foi marcado devido ao elemento possibilitar o habitat de diversas espécies na caverna, principalmente de morcegos. Por último, ambos os ambientes viabilizam a Ciclagem biogeoquímica, promovendo a circulação natural desses elementos essenciais por meio de trocas envolvendo a atmosfera, geosfera, hidrosfera, meio biótico e abiótico.

CONCLUSÃO

Nos platôs de Portalegre e Martins no Rio Grande do Norte, tem-se a presença de todos os benefícios que os serviços ecossistêmicos podem oferecer, desse modo, é fundamental a existência desse platô para o seu contexto inserido, já que abrange dois municípios do estado, e com certeza beneficia a comunidade local, além disso, é inegável sua importância por se tratar de uma paisagem de exceção, servindo de alvo para estudos científicos da Geodiversidade, isso fica ainda mais evidente quando comparamos a superfície de aplainamento com o platô, é notável que a área mais elevada fornece mais benefícios à comunidade, principalmente aqueles voltados aos benefícios de regulação, portanto, é imprescindível o cuidado com esse tipo de ambiente e que se perpetue a preservação nessa área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para o primeiro e terceiro autor. Estendemos os agradecimentos ao CERES-UFRN e ao grupo de pesquisa do Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física – LAGGEF-UFRN.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

BARRON, H., GORDON, J. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. *Scottish Journal of Geology*. 49. p. 41-58, jul. 2013.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage, 2005.

DAILY, G.C. Introduction: What are Ecosystem Services? In: DAILY, G.C., BAWA, K.S., POSTEL, S., KAUFMAN, L. **Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems**. Washington: Island Press, 1997. p. 1-10.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça et al. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 4, 2017.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; PEREIRA, Vítor Hugo Campelo. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506, set./dez. 2015.

GORDON, J.E. Geoheritage, Geotourism and the Cultural Landscape: Enhancing the Visitor Experience and Promoting Geoconservation. *Geosciences*, 2018, 8, 136.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**. 2. Ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013, 495p.

GRAY, M., GORDON, J.E., BROWN, E.J. Geodiversity and the Ecosystem Approach: The Contribution of Geoscience in Delivering Integrated Environmental Management. *Proceedings of the Geologists' Association, Geoconservation for Science and Society*, 124, 2013, p. 659-730.

GRAY, M. Other nature: Geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservations*. 2011, 38, p. 271-274.

HJORT, J.; GORDON, J. E.; GRAY, M.; HUNTER JR, M. L. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. *Conservation Biology*, v. 29, n. 3, p.630–639, 2015.

KUBALÍKOVÁ, I. Cultural Ecosystem Services of Geodiversity: A case study from Stánká skála (BRNO, Czech Republic). *Land*, Basel, Switzerland, 9 (4), 105, 1-15, 2020.

MAIA, Rubson Pinheiro; BÉTARD, François; BEZERRA, Francisco Hilário. **Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins–NE do Brasil: inversão do relevo em análise**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, n. 2, 2016.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rego; CLAUDINO-SALES, Vanda. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. *Revista de Geografia. Recife: UFPE–DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO*, n. 1, p. 6-19, 2010.

MEDEIROS, J. F. **Da análise sistêmica à Serra de Martins: contribuição teórico-metodológica aos Brejos de Altitude**. 2016. 219 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Natal, 2016.

MENEZES, M. R. F. **Estudos Sedimentológicos e o Contexto Estrutural da Formação Serra do Martins, nos Platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN**. 1999. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis; Island Press: Washington, DC, USA, 2005.

NASCIMENTO, M. A. L.; SANTOS, O. J. Geodiversidade na arte rupestre no Seridó Potiguar. Natal: Iphan-RN, 2013. 62 p.

OLIVEIRA, R.G. e MEDEIROS, W.E. **Evidences of buried loads in the base of the crust of Borborema Plateau (NE Brazil) from Bouguer admittance estimates.** Journal of South American Earth Sciences. v. 37, p. 60-76. ago. 2012.

QUEIROZ, L. S. **Compartimentação Geoambiental em ambientes semiáridos: o Complexo Serrano Martins-Portalegre. RN.** 2021. 113. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UERN, Mossoró, 2021. Disponível em: https://www.uern.br/controldepaginas/ppgeo-dissertacoes/arquivos/3645dissertaa%C2%A7a%C2%A3o_larissasilvaqueiroz.pdf. Acesso em: 10 jun. 2023.

RABELO, T. O.; SANTOS, N. M; COSTA, D. F.S.; NASCIMENTO, M. A. L.; LIMA, Z. M.C. A Contribuição da Geodiversidade na prestação dos Serviços Ecosistêmicos do manguezal. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, nº Especial, p. 281-297, 2018.

SHARPLES, Chris. **Concepts and principles of geoconservation.** Tasmanian Parks & Wildlife Service: Hobart, 2002.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. Introdução à climatologia. São Paulo: Cengage Learning, 256p. 2011.