



SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA GEODIVERSIDADE FORNECIDOS PELOS INSELBERGUES DO MUNICÍPIO DE SÃO RAFAEL/RN

Marcelo Alves de Souza¹
Francisco Hermínio Ramalho de Araújo²
Matheus Dantas das Chagas,³
Mônica Raylla Dantas Magno⁴
Jucielho Pedro da Silva⁵
Fernando Eduardo Borges da Silva⁶
Isa Gabriela Delgado de Araújo⁷
Maria Luiza de Oliveira Terto⁸
Marco Túlio Mendonça Diniz⁹

RESUMO

A geodiversidade é o meio abiótico, e um dos seus segmentos são os serviços ecossistêmicos, sendo eles os benefícios que o meio abiótico fornece. A identificação dos serviços ecossistêmicos é uma das estratégias de geoconservação da geodiversidade. Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de identificar os serviços ecossistêmicos da geodiversidade fornecidos pelos inselbergues do município de São Rafael, estado do Rio Grande do Norte. O Município possui diversos inselbergues como Lágua Formosa, Jatobá, Serra Branca, entre outros. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando ferramentas de pesquisa, posteriormente o trabalho de campo, para a caracterização da área e principalmente a aplicação da ficha de identificação dos serviços ecossistêmicos abióticos. Os resultados obtidos foram satisfatórios, principalmente no que tange os serviços culturais, sendo fornecidos 10 benefícios, por outro lado nos benefícios de regulação os inselbergues tiveram a pontuação mais baixa, com apenas dois benefícios. Já em suporte e regulação foram identificados em ambos 3 benefícios na área de estudo. Assim, nota-se que o campo de inselbergues de São Rafael-RN possuem uma gama de serviços ecossistêmicos abióticos, principalmente nos culturais, sendo assim uma área de grande relevância para a proteção da Geodiversidade.

¹Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/CERES - UF, marceloalvess450@gmail.com;

²Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UF, herminio.hvbr@gmail.com ;

³Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UF, matheusdantas@outlook.com;

⁴Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/CERES - UF, monicaraylla08@gmail.com;

⁵ Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UF, jucyelho@hotmail.com;

⁶Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UF, fernando100borges00.1@gmail.com;

⁷Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UF, isinhad@gmail.com;

⁸Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UF, marialuizaterto@gmail.com;

⁹Doutor e Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UF, tuliogeografia@gmail.com;



INTRODUÇÃO

A geodiversidade pode ser definida segundo Gray (2013, p.12) como “à 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”. Nesse sentido, de forma mais simplória a geodiversidade pode ser definida como a diversidade abiótica.

Um tópico atual crescente que a geodiversidade abrange são os serviços ecossistêmicos abióticos, para o Millennium Ecosystem Assessment (2005, p.39) “os serviços ecossistêmicos são os benefícios proporcionados pelos ecossistemas”, dessa forma, o meio abiótico fornece benefícios aos seres humanos. No entanto, alguns dos serviços só serão ofertados para as futuras gerações se houver geoconservação na área, segundo Urquí, López-Martínez e Valsero (2007) a geoconservação são técnicas e medidas com intuito de conservar ou reabilitar o meio abiótico, já que são muitas vezes áreas vulneráveis que possuem variados valores.

Nessa perspectiva, entendendo que a geodiversidade de uma área fornece benefícios aos seres humanos, dependendo do local mais ou menos serviços serão ofertados, tanto pela riqueza biótica da área, como também pelo estado de geoconservação que se encontra à área de análise. Segundo Teixeira, Moura e Silva (2016) há uma intensa exploração, onde lidam com o meio de forma predatória, favorecendo uma crise ambiental. Assim, justifica-se estudos que abordem a importância do meio abiótico para auxiliar em estratégias de geoconservação da geodiversidade. Portanto, esse trabalho tem o objetivo de identificar os serviços ecossistêmicos da geodiversidade fornecidos pelos inselbergues do município de São Rafael, estado do Rio Grande do Norte, trazendo à tona a importância desses elementos para o município e para promoção da geoconservação.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O município de São Rafael situa-se na porção setentrional do Nordeste Brasileiro, estando inserido no domínio oriental da Província da Borborema. O município faz parte da região Geográfica Imediata de Açu, região intermediária de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. Os inselbergues estão distribuídos na zona rural do município, onde a maioria estão na porção oriental do mesmo, como podemos ver na figura 2.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

A área estudada é formada por diversos inselbergues sendo os maiores: a Lágea Formosa, Jatobá/Serra Branca e a Serra da Pindoba (figura 1). Segundo Oliveira et al. (2020), os inselbergues são resultantes de processos de erosão diferencial devido uma exumação de plútons graníticos, entendendo-os como relevos residuais, já Porembski (2007) destaca que majoritariamente eles possuem formato de domo sobressaindo em relação ao seu entorno. Dessa forma, são relevos mais resistentes que seu entorno, onde sofreram menos com os processos erosivos em comparação a sua área circunjacente.

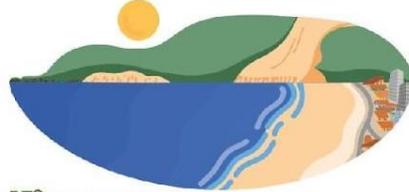
Figura 1 - Principais inselbergues de São Rafael



Legenda: A - Serra da Pindoba, B - Jatobá/Serra Branca, C - Lágea Formosa.

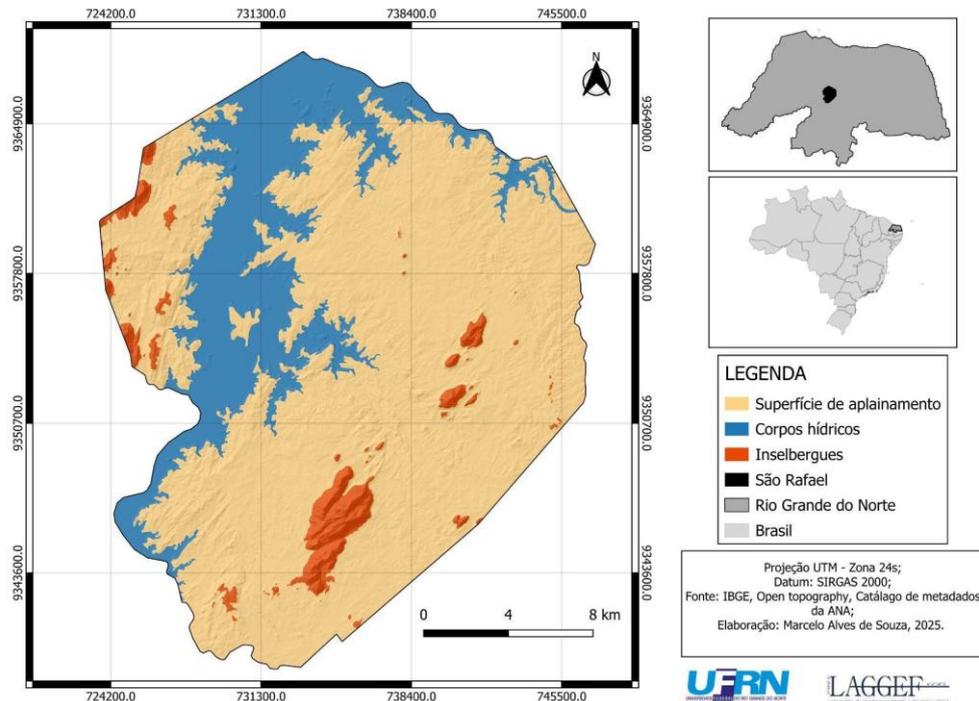
Fonte: Acervo dos autores (2025)

A geologia da área é predominantemente de granito e gnaiss, as principais unidades litoestratigráficas são: Suíte Itaporanga, Granitóides indiscriminados, Complexo Caicó e Formação Seridó (CPRM, 2018). No aspecto geomorfológico, o município fica na Superfície de aplainamento do Piranhas-Açu, com a ocorrência dos inselbergues que são remanescentes principalmente devido sua composição mineralógica mais resistente que o entorno, se destacando em meio a superfície rebaixada pelas suas maiores elevações (Diniz et al., 2017).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Figura 2 - Mapa geomorfológico da área de estudo



Fonte: Os autores, 2025.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram realizados em duas etapas, inicialmente um levantamento bibliográfico e elaboração do material cartográfico, buscando algumas referências importantes para realização do trabalho, como o de Oliveira et al. (2020), Porembski (2007), Urquí, López-Martínez e Valsero (2007), entre outros. Também foi realizada uma caracterização da área e aprofundamento da temática. Ademais, nessa etapa foram utilizadas plataformas de pesquisa online, sendo elas: Google acadêmico, Web Of science e Scielo. O material cartográfico foi realizado no Qgis 3.38, utilizando um Modelo digital de Elevação - MDE de 30 metros de resolução da Copernicus. A delimitação dos inselbergues foi por meio de curvas de nível, utilizando a curva de 120 metros de elevação, já os corpos hídricos foram obtidos pelo catálogo de metadados da ANA.

A segunda etapa foi o trabalho de campo para comprovar que as informações obtidas nas pesquisas sobre a área são verídicas, além do preenchimento da ficha dos serviços ecossistêmicos para identificação dos serviços. O método utilizado foi o proposto por Araújo, Diniz e Souza (2024) que adaptaram de outros autores, semelhante a abordagem proposta pela Millennium Ecosystem Assessment (2005). Sendo assim, são



quatro categorias de serviços, os de regulação, provisão, culturais e suporte, fornecendo diversos benefícios que podem ocorrer de forma direta ou indireta na área analisada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No campo de Inselbergues de São Rafael-RN, foram identificados Serviços Ecosistêmicos fornecidos pelo meio abiótico. Na Tabela 1 a seguir, é possível identificar a oferta dos benefícios nas categorias de serviços de regulação, provisão, culturais e suporte.

Tabela 1 - Tabela de avaliação dos serviços ecosistêmicos abióticos nos inselbergues

	CATEGORIAS/ BENEFÍCIOS	Inselbergues
Regulação	1.1 Regulação do Clima	Indireta
	1.2 Regulação da Qualidade do Ar	Indireta
	1.3 Regulação da Água	Ausente
	1.4. Qualidade da Água/Purificação de água e tratamento de resíduos	Ausente
	1.5 Controle de inundação	Ausente
	1.6 Regulação atmosférica e oceânica	Ausente
	1.7 Risco Natural e Regulação da Erosão	Ausente
Provisão	2.1 Fornecimento de água doce	Direta
	2.2. Energia (renovável e não renovável)	Ausente
	2.3. Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Indireta
	2.4 Recursos ornamentais	Ausente
	2.5 Materiais de construção	Ausente
	2.6 Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)	Indireta
Culturais	3.1 Diversidade cultural	Direta
	3.2 Valores espirituais e religiosos e significados culturais	Indireta
	3.3 Sistemas de conhecimento	Direta
	3.4. Educação	Direta
	3.5 Inspiração artística	Direta
	3.6 Estética	Direta
	3.7 Relações sociais	Direta
	3.8 Sentido de lugar	Direta
	3.9 Patrimônio cultural e Geopatrimônio	Direta
	3.10 Qualidade ambiental	Ausente
	3.11 Recreação baseada na natureza e turismo	Direta
Suporte	4.1 Processos de formação de solo	Direta

	4.2 Enterro e armazenamento	Ausente
	4.3 Plataforma para a atividade humana	Ausente
	4.4 Ciclagem biogeoquímica	Direto
	4.5 Provisão de Habitat	Direto

Fonte: Os autores.

De acordo com os dados mostrados na Tabela 1, foram identificados 18 benefícios distribuídos em 2 de regulação, 3 no de provisão, 10 nos culturais e 3 nos de suporte. No que tange a oferta de serviços de regulação, a regulação do clima e da qualidade do ar é ofertada a partir da altitude, já que uma área mais elevada proporciona melhores condições de ventilação, causando assim pequenas alterações na temperatura.

Referente aos benefícios de provisão, os três identificados foram fornecimento de água doce, referente às nascentes perenes encontradas na Serra da Pindoba e aos tanques naturais que se formam nas gnamas (bacias de dissolução) que são preenchidos com água durante o período chuvoso. Neste último é utilizado pelas comunidades próximas, principalmente para a dessedentação animal (figura 3). Em alguns inselbergues e no seu entorno, nota-se a presença de neossolos regolíticos e litólicos que proporcionam nutrientes e minerais para um crescimento saudável proporcionando assim, a oferta do benefício 2.3.

Figura 3 - Provisão de água doce numa gnama localizada na Lágua Formosa, Campo de Inselbergues de São Rafael-RN, o proprietário da fazenda homônima faz uso dessa água para dessedentação animal.



Fonte: Acervo dos autores (2025)

Em relação aos serviços culturais, essa foi a categoria que mais ofertou benefícios. Os valores espirituais e religiosos estão mais representativos na Serra do Desterro, um inselbergue com altitude máxima de 150 metros. No topo desse inselbergue foi fixado

um cruzeiro e posteriormente uma imagem de Nossa Senhora da Imaculada Conceição tornando-se um local de devoção, tanto para os são-rafaelenses, como também para turistas (Figura 4).

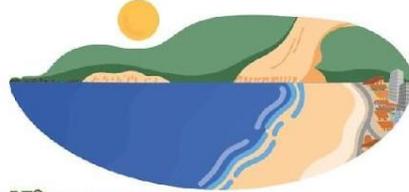
Figura 4 - Cruzeiro da Serra do Desterro, Campo de Inselbergues de São Rafael-RN



Fonte: Ana Clara Martins de Souza (2024)

A devoção religiosa presente na Serra do Desterro, e a existência de pinturas rupestres na Pedra Ferrada, um boulders granítico localizado nas proximidades da Lagea Formosa, promove a existência da diversidade cultural. Segundo Costa (2020), as pinturas rupestres foram deixadas pelos índios Janduís que habitaram a região no antepassado. Esse benefício também está evidente na relação cultural que marca a história do município associada aos inselbergues como por exemplo a Fazenda Lagea Formosa que pertenceu ao Coronel Luiz de Barros, influente fazendeiro da região, e o Complexo de Casarão da Baronesa da Serra Branca.

Nos itens 3.3 e 3.4 estão relacionados a capacidade do local ser representativo e didático para o ensino, pesquisa e principalmente devido a sociedade se beneficiar do conhecimento desses elementos, como por exemplo, os docentes das instituições educativas que utilizam esses locais para trabalhos de campo e aulas extraclasse (Figura 5). Na Lagea Formosa há evidências em gnomas de conteúdos relacionados à paleontologia que potencializam ainda mais o benefício do sistema de conhecimento. De acordo com Araújo Júnior e Porpino (2007), foram encontrados fósseis de mamíferos pleistocênicos, dentre eles herbívoros de grande porte como preguiças-gigantes e tigres-de-dente-de-sabre (figura 6).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Figura 5 - Aula de campo realizada com alunos da educação básica no campo de Inselbergues de São Rafael-RN: A - Pedra Ferrada na Lágua Formosa. B - Casa da Baronesa da Serra Branca.



Foto: Acervo dos autores (A:2021; B:2023).

Figura 6 - Gnamas onde foram encontradas fósseis da megafauna do Pleistoceno.



Fonte: Acervo dos autores (2021)

A estética desses relevos é vista quando o próprio observador compara com o entorno, percebendo o seu destaque pela elevação e suas variadas formas corroborando com a afirmativa de Migón (2016) que atribui aos inselbergues de granitos como as formas de relevos mais fascinantes que ocorrem na Terra. Essa beleza cênica garante a oferta do benefício de inspiração artística, sendo comum representações artísticas desses elementos em quadros, pinturas e símbolos locais (Figura 7).

Figura 7 - Representação Artística da Lágua Formosa na logo da bandeira da Escola Estadual Professora Claudeci Pinheiro Torres - E.E.P.C.P.T.



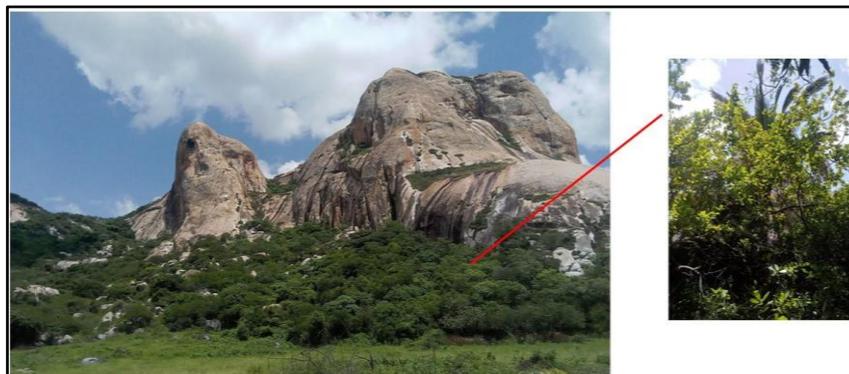
Fonte: Adaptado pelos autores. Foto: Paula Araújo (2020); Logo: Acervo da E.E.P.C.P.T. (2025).

No que diz respeito às relações sociais isso é notável já que esses inselbergues são amplamente visitados, sendo pontos turísticos no município de São Rafael/RN. Além

disso, outro benefício encontrado é a recreação baseada na natureza e turismo, como supracitado são inselbergues visitados diariamente pelos moradores de São Rafael e até em alguns casos pessoas de outros municípios.

Nos serviços de suporte foram identificados o de processos de formação de solos, como já mencionado alguns inselbergues possuem porções pedológicas sobre eles o que serve de suporte para o desenvolvimento da biodiversidade. A ciclagem biogeoquímica é encontrada nesses locais, devido os solos com seus minerais necessários para esse processo, e por último o serviço de provisão de habitat, válido devido esses elementos serem abrigo de algumas espécies de Floresta Atlântica (Figura 8).

Figura 8- Disjunções de Floresta Atlântica na Serra da Pindoba



Fonte: Acervo dos autores (2024).

As encostas dos inselbergues maiores possuem formações vegetais mais densas com a presença de espécies de Floresta Atlântica. Essa ocorrência se deve ao fato da influência do relevo, pois as disjunções de Floresta Atlântica ocorrem em áreas onde a sombra dos inselbergues e a disponibilidade de água acumuladas no nas fraturas submersas das rochas preserva uma maior condição de umidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi analisado e estudado, é verídico que os inselbergues do município de São Rafael oferecem benefícios relevantes para a sociedade, apesar de não ter oferta de muitos serviços de regulação e provisão, os culturais e de suporte legitimam esse destaque em relação à oferta de serviços ecossistêmicos abióticos. Dessa forma, é importante que haja maiores atenções para esses elementos, visto que há variados serviços da geodiversidade que com o uso adequado garantem a geoconservação do meio abiótico proporcionando a saúde e bem-estar das pessoas e a proteção da vida terrestre.

Palavras-chave: Geoconservação, Benefícios, Bem-estar.

AGRADECIMENTOS



O primeiro autor, o terceiro, o quinto, e o nono autor gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas. O quarto autor, o sexto, sétimo e o oitavo gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas concedidas. O segundo autor agradece ao Programa Bolsas FUNBIO - Conservando o Futuro do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade.

REFERÊNCIAS

CLAUDINO-SALES, Vanda. Geodiversity and geoheritage in the perspective of geography. **Bulletin of Geography. Physical Geography Series**, n. 21, p. 45-52, 2021. Disponível: <https://doi.org/10.2478/bgeo-2021-0008>. Acesso em: 13 de abril. 2025.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Carta geológica-geofísica: folha SB. 24-XDV Açu. 2018. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18560>. Acesso em: 12 de abril. 2025.

COSTA, D. A. **São Rafael: A história da cidade que o progresso naufragou**. 2 ed. São Rafael: Cactos Editora, 2020.

DE ARAÚJO, Francisco Herminio Ramalho; DINIZ, Marco Túlio Mendonça; DE SOUZA, Marcelo Alves. Comparison of abiotic ecosystem services in exceptional landscapes conditioned by relief in the Martins-Portalegre massif, Brazilian semi-arid region. **Discover Geoscience**, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44288-024-00106-1>. Acesso em: 14 de abril. 2025.

DINIZ, M. T. M.; DE OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B;. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 4, 2017. Disponível:<https://doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1255>. Acesso: 20 de mar. 2024.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature**. 2. Ed. Chichester. John Wiley & Sons, 2013. 495 p.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature**. Wiley, Chichester, 2004. 434p.

MIGONÍ, P. **Granite Landscapes of the World**. First ed. England: Oxford University Press, 2006. 416 p. Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, DC: New Island, v. 13, 2005. 137p .

OLIVEIRA, G. P.; BERNARDINO, D. S. M.; BATISTA, C. T. Mapeamento e análise morfoestrutural do maciço de João do Vale (RN-PB). **Revista de Geociência Nordeste**, Caicó, v.6, n.1, p. 18-27, 2020.

POREMBSKI, Stefan. Inselbergs tropicais: tipos de habitat, estratégias adaptativas e padrões de diversidade. **Revista Brasileira de Botânica** , v. 30, p. 579-586, 2007.

TEIXEIRA, Nágila Fernanda Furtado; MOURA, Pedro Edson Face; DA SILVA, Filipe Adan Santos. A questão do meio ambiente no contexto da globalização: a Educação Ambiental em debate. **Revista Equador**, p.221-234, 2016.

URQUÍ, L. C; LÓPEZ MARTÍNEZ, J.; DURÁN VALSERO, J. **Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos**. Madrid, Cuadernos del Museo Geominero, v. 7, 2007. 360p.