



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgf>



Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil¹

¹Italo Rodrigo Paulino de Arruda, ²Gorki Mariano, ³Thaís de Oliveira Guimarães

¹Doutorando em Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universidade s/n CEP: 50670-901, Recife, Pernambuco. (81) 2126-7222. Autor correspondente: italo.arruda@ufpe.br. ²Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia e do PPGEOL da Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 -Cidade Universitária, Recife -PE, 50670-901. gorki.mariano@ufpe.br. ³Doutora em Geociências, Professora no curso de Geografia, Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina. Rodovia BR 203, Km 2 s/n - Vila Eduardo, Petrolina - PE, 56328-900. thais.guimaraes@upe.br.

Artigo recebido em 11/09/2023 e aceito em 23/01/2023.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo aplicar um índice de geodiversidade na zona costeira norte do estado de Pernambuco. Para tanto, utilizou-se novas geotecnologias, associadas ao trabalho de campo e às pesquisas bibliográficas, visando promover o território e disponibilizar informações no intuito de possibilitar futuras inventariações em geossítios na área supracitada. Esta caracterização baseou-se em discussões envolvendo a geodiversidade, a geoconservação, o geoturismo e a geoeducação na promoção desta região. Assim, foram analisados 10 possíveis áreas de interesse ao longo da costa norte do estado de Pernambuco, tendo como marcador geográfico/geológico a zona de cisalhamento de Pernambuco Leste. O índice aplicado tem por base a soma de elementos abióticos aflorantes em quadriculas já pré-estabelecidas com a finalidade de identificar quantificar e o de potencialidades na área de estudo. Após aplicação, o índice demonstrou que as áreas com os maiores valores, com potencial aos estudos da geodiversidade, estão localizadas na porção mais oriental dos municípios da zona costeira, em especial, as áreas sobre a Formação Gramame (calcários de idade cretácea) que estão expostas e são pertencentes a Bacia Sedimentar da Paraíba – Sub bacia de Olinda. A região expõe notáveis características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrográficas, estratigráficas e paleontológicas de âmbito internacional a regional. Assim, a partir das metodologias aplicadas, entende-se que tais elementos precisam ser quantificados, inventariados, analisados, conservados e promovidos em trabalhos futuros no âmbito do desenvolvimento socioeconômico, por ações sustentáveis atreladas aos objetivos do desenvolvimento sustentável promovidas pela Organização das Nações Unidas e pelo Pacto Global.

Palavras-chave: Geodiversidade; Geoconservação; Geopatrimônio; Litoral Norte; Pernambuco.

Characterization of Pernambuco's geoheritage: Analysis of the geodiversity index of the North Coast - Northeast of Brazil

ABSTRACT

This work aims to apply a geodiversity index in the northern coastal zone of the state of Pernambuco. To this end, new geotechnologies were used, associated with fieldwork and bibliographical research, aiming to promote the territory and make information available in order to enable future inventories of geosites in the aforementioned area. This characterization was based on discussions involving geodiversity, geoconservation, geotourism and geoeducation in the promotion of this region. Thus, 10 possible areas of interest were analyzed along the north coast of the state of Pernambuco, using the Pernambuco Leste shear zone as a geographic/geological marker. The applied index is based on the sum of abiotic elements appearing in pre-established grids with the purpose of identifying and quantifying potential in the study area. After application, the index demonstrated that the areas with the highest values, with potential for

¹ Material extraído de Tese de Doutorado em andamento pelo Programa de Pós Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.

geodiversity studies, are located in the easternmost portion of the municipalities in the coastal zone, in particular, the areas on the Gramame Formation (limestones of Cretaceous age) that are exposed and belong to the Paraíba Sedimentary Basin – Olinda Sub-basin. The region exhibits notable geological, geomorphological, pedological, hydrographic, stratigraphic and paleontological characteristics of international to regional scope. Thus, based on the methodologies applied, it is understood that such elements need to be quantified, inventoried, analyzed, preserved and promoted in future work within the scope of socioeconomic development, through sustainable actions linked to the objectives of sustainable development promoted by the United Nations and by the Global Compact.

Keywords: Geodiversity; Geoconservation; Geoheritage; North Coast; Pernambuco.

Introdução

A geodiversidade é compreendida na literatura pela soma heterogênea de múltiplos fatores naturais abióticos de um determinado território, um patrimônio, que precisa ser inventariado, quantificado, catalogado, e quando preciso, preservado (manter intocável, visando à proteção integral do ambiente natural), e/ou conservado (planejar e direcionar os elementos naturais, possibilitando sua exploração e seu aproveitamento de forma racional e sustentável) (Meira, *et al.*, 2020; Barbosa; Aquino, 2020; Rapanos; Nanni, 2021; Araújo *et al.*, 2021; Martins e Souza *et al.*, 2023; Silva Henriques; Medeiros Alves, 2023; Arruda *et al.*, 2023).

Na paisagem, esses elementos constituem a gênese, troca de energia, processos e evolução do relevo desde o passado até os dias atuais (por meio das formas e beleza cênica). Nessa perspectiva, as geoformas tem contribuído bastante para a aplicabilidade e compreensão desse conceito. Sabe-se que todas elas (as geoformas) representam verdadeiros testemunhos dos processos pretéritos e presentes e todas contam particularidades do ambiente.

Tais processos podem estar ligados a questões geológicas, geomorfológicas, mineralógicas, pedológicas, petrográficas, estratigráficas, tectônicas, estruturais, podendo conter evidências paleontológicas e outros (Arruda *et al.*, 2022), possibilitando o entendimento de um geopatrimônio.

A escolha por uma escala de análise, seja ela direcionada a um relevo residual, um ponto, uma linha de costa, uma bacia, entre outros, é de suma importância na caracterização de um geopatrimônio vasto nesses elementos da geodiversidade.

O Estado de Pernambuco é detentor de uma vasta diversidade de elementos bióticos (biodiversidade) e abióticos (geodiversidade), representada por uma infinidade de áreas com potenciais vegetacionais, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, arqueológicos e paleontológicos de norte a sul, do litoral ao sertão e que muitos ainda precisam ser investigados (Guimarães *et al.*, 2013; Guimarães; Mariano,

2014; Guimarães, *et al.*, 2016; Guimarães, 2016; Guimarães, *et al.*, 2016; Santos, 2016; Guimarães, *et al.*, 2017a, 2017b; 2017c; Tavares, *et al.*, 2019; Sousa, *et al.*, 2019; Arruda, *et al.*, 2020; Gama, *et al.*, 2021; Arruda, *et al.*, 2023).

Assim, a zona costeira, área em escala regional, adotada para esta pesquisa, é uma região que apresenta diversos elementos da geodiversidade onde muitos deles ainda não foram identificados e nem catalogados. Sabe-se da importância dos estudos das geociências e áreas afins, envolvendo a discussão central na garantia da preservação e conservação desses elementos para as futuras gerações por meio da geoconservação, do geoturismo, geoeducação e das práticas de sustentabilidade.

Para corroborar aos estudos da geodiversidade, a utilização de novas geotecnologias somadas a métodos tridimensionais de análise da paisagem, possuem papel primordial, pois permitem a verificação e compreensão dos processos atuantes no relevo, proporcionando resultados relevantes para a área de estudo. De acordo com Arruda e Guimarães (2019), é crescente nos últimos anos a quantidade de pesquisas dentro das geociências utilizando ferramentas geotecnológicas na promoção dos espaços geográficos, geológicos e na divulgação científica.

Conforme literatura, diversos foram os trabalhos que investiram em métodos geotecnológicos eficazes no intuito de mapear, condicionar e classificar áreas com valores superlativos baseadas na diversidade dos elementos abióticos presentes (de maneira generalista, reunir todas as informações).

Boa parte dos trabalhos propostos, buscaram auxiliar no ordenamento territorial, planejamento ambiental e promoção da divulgação dos geoambientes (local de análise para estudo da geodiversidade) ricos em geossítios. Após classificação e inventariação desses geossítios diversas propostas são apresentadas destacando principalmente a importância de sua preservação/conservação e utilização de forma sustentável. No caso deste estudo, o foco central

está na identificação e quantificação de possíveis geossítios por meio das novas geotecnologias.

Dessa forma, pensando nos elementos naturais da geodiversidade, nos interesses ambientais e territoriais foi desenvolvido ao longo do tempo uma forma de quantificar a diversidade natural por meio da sobreposição de mapas em escala de detalhe, quando possível, e contagem desses elementos.

A contagem desses elementos na paisagem, dentro de uma metodologia específica, possibilita a identificação de áreas que se destacam pela quantidade de aspectos, sejam eles geológicos, geomorfológicos, pedológicos, paleontológicos e outros, o que os difere das áreas circunvizinhas e precisam receber estudos dentro da temática da geodiversidade, por exemplo.

Pereira e colaboradores (2013), desenvolveram um índice voltado especificamente a quantificação dos elementos da geodiversidade por meio da soma do número de elementos obtidos em cartas/mapas publicados. Esses dados foram plotados em uma grade pré-estabelecida de acordo com a realidade da área de estudo. Conforme metodologia proposta, o cálculo se dá pela sobreposição de diferentes mapas (geologia, geomorfologia, pedologia e etc) e posteriormente é feito a soma de cada elemento presente na grade.

Em cada quadrícula é criado um *ranking* para identificação de áreas com mais ou menos valores, sendo eles: muito baixo, médio, alto e muito alto. Às áreas com valores muito alto destacam-se pela grande quantidade de elementos da geodiversidade e sendo classificados como ambientes de interesse para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas, científicas e outros métodos geoconservacionistas além da promoção do espaço.

De acordo com Meira e Silva (2021), a proposta de utilização do índice de geodiversidade, a mesma utilizada por Pereira *et al* (2013), como método de quantificação de área de estudo possui grande importância na etapa de identificação e até mesmo para inventariação de um determinado geopatrimônio, especialmente em áreas de grandes dimensões, na tentativa de conter alguns gastos (p.ex. trabalhos de campo envolvendo diárias, rotas e etc.). No caso desta pesquisa em tela, a proposta visa a caracterização dos elementos da geodiversidade da zona costeira a nível regional. Portanto, é fundamental a quantificação desse território por meio do método proposto acima como mais uma ferramenta e um geoindicador.

É importante frisar que esse método aplicado acima possui um desempenho notável em áreas onde existem mais estudos científicos, dados

publicados, aberturas de estradas e outros. Diferente de quando aplicado em áreas com vegetação dominante, ausência de dados publicados e/ou ausência antrópica. No entanto, o mesmo quando utilizado como mais um indicador de geodiversidade somado aos trabalhos de campo torna-se uma ferramenta de muito apoio para trabalhos pioneiros.

Ressalta-se a importância de somar esse tipo de método a pesquisas de campo, com realização de inventários para quantificação e qualificação de geossítios, mapeamento e divulgação das informações aos ambientes formais e não formais. Pois, esse método sozinho não consegue medir com precisão áreas com interesses reais *in loco* e paisagens geologicamente atrativas, mas pode e deve ser usado nesse caso, como um indicador, ou geoindicador mais especificamente.

Nesse sentido, a geodiversidade do litoral Pernambucano, em especial o litoral norte, representa uma parte da história evolutiva da Terra associada principalmente a eventos geológicos de grandes expressões, como a orogênese brasileira, a quebra de Gondwana e consequente abertura do Atlântico Sul, quando houve a separação dos continentes e a formação da Bacia Paraíba, deixando registrado informações importantíssimas sobre os eventos ocorridos, e sobre os paleoambientes da região, seja na forma de rochas, deposições, estruturas tectônicas e registro de fósseis.

Sabe-se que para essa região somente o Litoral Sul obteve uma diversidade de estudos geológicos, geomorfológicos, da geodiversidade e outros. Nos demais setores do estado, ainda existe uma certa carência dessas informações.

Na realidade da porção norte litorânea, do Cretáceo ao Paleógeno K-Pg (transição de períodos geológicos que marcam as discontinuidades geológicas nos registros sedimentares em vários lugares da Terra), têm-se na área de estudo um geossítio, Mina Poty, que já foi identificado, inventariado e possui estratégias de conservação por parte da iniciativa privada. O mesmo, traz afloramentos rochosos com estratigrafias de rochas mais antigas às mais recentes. Nessa composição, encontrou-se registros da queda, ocorrida no Golfo do México, de um meteoro associado diretamente à extinção dos dinossauros, tornando-se um verdadeiro testemunho que demarca o fim do período do tempo geológico Cretáceo (K) e início do Paleógeno (Pg), há aproximadamente 65 milhões de anos.

Já no período recente, o quaternário, possibilitou por meio de condições paleoambientais e paleoclimáticas a gênese das geoformas e das paleopaisagens, oriundas de processos mecânicos, químicos e biológicos. Resultando, por exemplo, na formação dos beachrocks (arenitos de praia que marcam linhas de costa pretéritas e a constituição sedimentar de paleopraias) em quase todo o litoral pernambucano. Ressalta-se que esses dados precisam ser dinamizados e disponibilizados a sociedade em geral.

Conforme disposto na literatura, de todo o litoral pernambucano somente o Litoral Sul é a região que mais possui trabalhos envolvendo a geodiversidade e suas abordagens. Assim, ressalta-se a necessidade de levar esse tipo de discussão, de pesquisa, de engajamento acadêmico para o Litoral Norte, já que o mesmo tem tanta história a ser contada, seja do ponto de vista geológico como social/cultural.

Salienta-se que medidas geoconservacionistas precisam ser aplicadas afim de que os elementos naturais possam estar em equilíbrio com o turismo sustentável, potencial econômico e conservação racional atreladas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável apresentados e defendidos pela Organização das Nações Unidas.

Conceitos como geoconservação, geoturismo, geoética, geoeducação e sustentabilidade promovem a conservação dessas unidades, dinamização econômica do espaço e equilíbrio ambiental, por meio da promoção/ desenvolvimento local e sustentável (Borba, 2011; Brilha, 2016; Meira e Morais, 2016; Gray, 2019; Santagelo; Valente, 2020; Machado; Florentino Junior, 2021; Henriques, *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023; Arruda *et al.*, 2023).

Destarte, o presente trabalho justifica-se pela carência de estudos no litoral norte pernambucano envolvendo a temática da geodiversidade e temáticas afins, no intuito de levar a discussão a comunidade no geral e promover estratégias de geoconservação ligadas ao geoturismo para a área em estudo.

Diante o exposto, o presente estudo tem como objetivo aplicar um índice de geodiversidade para o litoral norte de Pernambuco – NE do Brasil, levando em consideração toda a região inserida sobre a bacia sedimentar da Paraíba, seguindo a metodologia proposta por Pereira *et al.*, (2013) que foi aplicada por Ferreira (2014), Arruda (2015), Meira e Silva (2021) e Arruda *et al.*, (2022).

Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica, pesquisas e levantamento em campo, sobreposição em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), delimitação de áreas e caracterização da geodiversidade por meio da identificação de possíveis geossítios com base na metodologia proposta por Guimarães (2016).

Material e métodos

De início, realizou-se uma vasta investigação bibliográfica por meio de trabalhos científicos disponibilizadas no Google Acadêmico, repositórios institucionais nacionais e periódicos referentes a área temática e demais discussões envolvendo a geodiversidade.

Para a confecção do mapa de Índice de Geodiversidade, foi necessário analisar de início os aspectos geológicos, hidrológicos, hidrográficos, geomorfológicos, pedológicos e recursos minerais disponíveis pelo Mapa de Geodiversidade do Estado de Pernambuco na escala de 1:500.000 (SGB-CPRM, 2010). Para os dados paleontológicos e de ocorrências de minerais e exploração, foram utilizados pontos específicos a partir de coordenadas geográficas publicadas em pesquisas que foram encontradas.

De posse desses dados, foi gerado um mapa para cada aspecto da geodiversidade mencionado acima, utilizando a metodologia proposta por Pereira *et al.* (2013). A soma dos dados da geodiversidade foram obtidos por meio da sobreposição de mapas temáticos já disponíveis e estes, foram plotados em uma grade subdividida em quadrículas com dimensões de 4kmx4km, totalizando 238 quadrículas, dessas 125 estão dentro da área de estudo e desse último valor mais de 30 quadrículas estão dentro da quantificação de muito alto.

Dentro de cada quadrícula, foi atribuído 1 ponto para cada unidade presente. A soma total gerou valores de 1 a 15, subdivididos de 03 em 03 de forma crescente. Cada quadrícula foi representada por um valor, sendo eles até 03 (muito baixo), até 06 (baixo), 09 (médio), 12 (alto) e até ou maior que 15 (muito alto). Para cada valor total obtido, atribui-se as seguintes cores: verde escuro (muito baixo), verde claro (baixo), amarelo (médio), laranja (alto) e vermelho (super alto).

A escala adotada para o mapeamento final do IG foi a de 1:200.000, considerada suficiente para demonstrar os valores de geodiversidade na área. Visto que a área é de tamanho regional e abarca 06 municípios, sendo eles: Goiana, Itapissuma,

Igarassu, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima e Paulista.

A utilização do *Google Earth Pro* foi de suma importância na obtenção dos resultados (verificação de algumas unidades geológicas/geomorfológicas), identificação das áreas com valores expressivos gerados (através de imagens áreas atuais/históricas) no índice e identificação de possíveis áreas de interesse da geodiversidade, proporcionando a compreensão da paisagem em outra perspectiva, numa escala diferenciada e com imagens de satélites recentes.

Esse tipo de ferramenta online e gratuita contam com imagens de satélites de alta resolução, proporcionando uma melhor visualização e uma maior riqueza de detalhes da área em estudo. Em concomitância com estas análises foi elaborado um mapa com identificação de possíveis geossítios.

Posteriormente, os resultados obtidos foram alcançados por intermédio de dois trabalhos de

campo que ocorreram no mês de março e de junho de 2023 para validação das informações em conjunto com a análise da área de estudo por meio do *Google Earth Pro*, além do trabalho de gabinete na revisão bibliográfica e produção cartográfica.

Área de estudo

A área de estudo está localizada no litoral norte de Pernambuco (PE) que compreende, de acordo com a divisão político-administrativa do Estado, os municípios de Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Igarassu e Paulista. Esses municípios estão enquadrados nas mesorregiões Metropolitana de Recife (Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Igarassu e Paulista) e Zona da Mata (Goiana), e englobam partes das microrregiões de Itamaracá e Mata Setentrional Pernambucana, respectivamente (Figura 1).

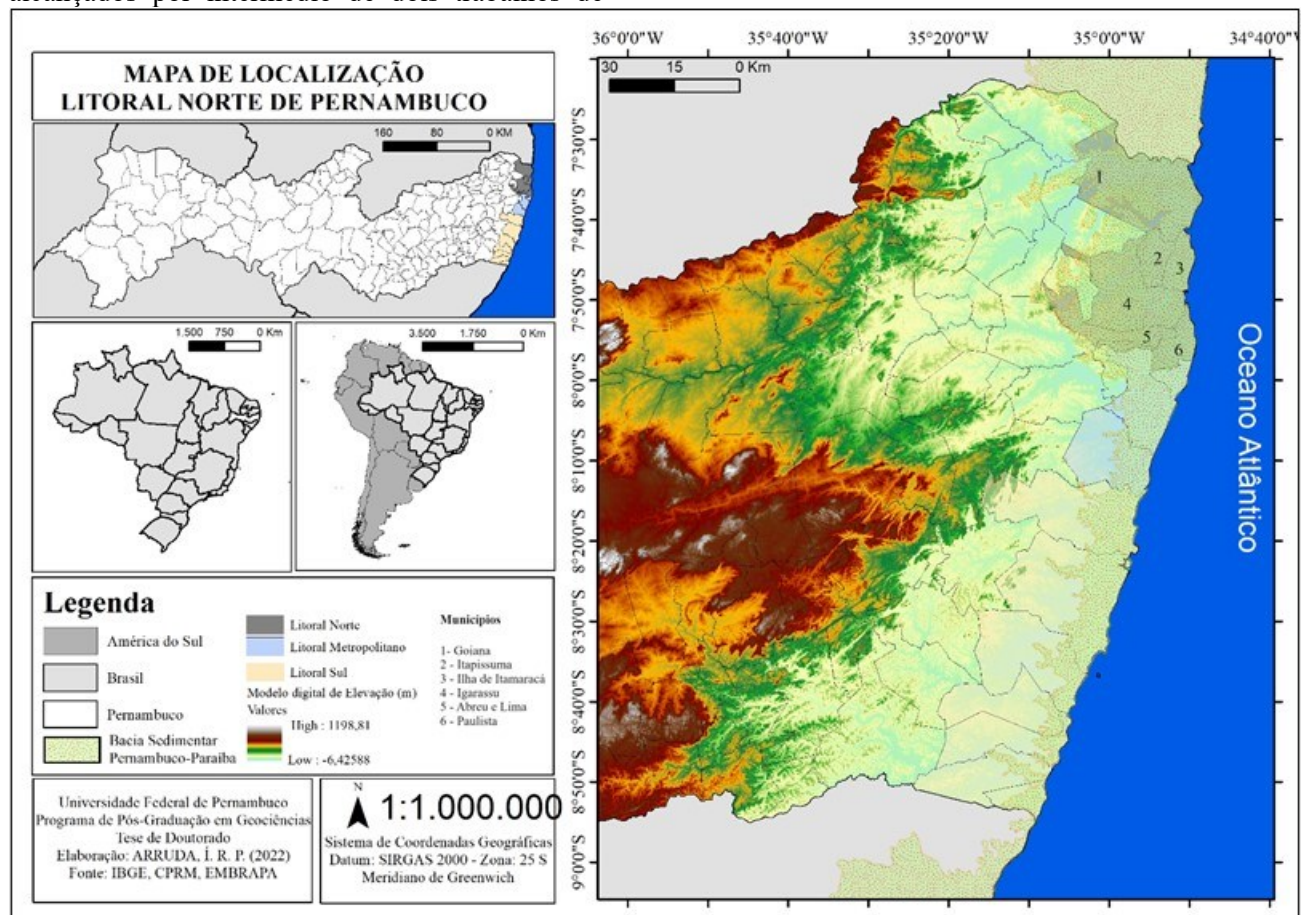


Figura 1: Localização da área de estudo. O Litoral Norte é composto pelos seguintes municípios: 1-Goiana; 2-Itapissuma; 3-Ilha de Itamaracá; 4-Igarassu; 5-Abreu e Lima e 6-Paulista.

A principal via de acesso ao litoral norte é pela BR-101, sentindo norte, que corta todos os municípios até o estado da Paraíba (PB), e em seguida a rodovia estadual PE-001 que começa no

Marco Zero - Recife e segue até ao bairro de Marinha Farinha - Paulista.

Outra forma de chegar às praias é pela via litorânea, saindo do Recife pelas praias de Olinda,

Janga e Marinha Farinha (Paulista) até Carne de Vaca (Goiana).

Pernambuco possui uma área territorial de 98.312 km² com população de 9.616.621 habitantes (IBGE, 2020). Os seis municípios compreendem uma área total de aproximadamente 5.997,78 km² com uma população estimada de 686.728 habitantes (IBGE, 2021). As praias mais conhecidas pelos turistas são Pontas de Pedra – Goiana, Praia do Forte Orange – Ilha de Itamaracá e Pontal de Maria Farinha em Paulista.

Os municípios de Igarassu e Abreu e Lima não possuem faixa litorânea, mas dispõe de um turismo histórico das rugosidades espaciais deixadas pelo período da colonização durante o auge do ciclo econômico da cana-de-açúcar além da cultura popular.

A região forma um dos territórios mais densamente povoados do estado, com estimativa de aproximadamente 124,4 hab./km² (IBGE, 2020), decorrente principalmente de sua localização em zona costeira somada a região metropolitana, além do polo industrial projetado no município de Goiana que potencializou economicamente toda a região.

Economicamente, a área em estudo destaca-se por ser um polo diversificado de prestação de serviços, agricultura, indústria têxtil e química. Nesse contexto, entre o natural e o construído, o turismo de sol e praia vem ganhando destaque nos últimos anos.

Assim, o mapeamento para geração do índice de geodiversidade foi desenvolvido a partir da delimitação prévia da área de estudo, que seguiu os limites naturais da Bacia Sedimentar da Paraíba na sua porção sul. No mapeamento da geodiversidade proposto por Ferreira (2014), que utilizou quadrículas medindo 25km² a nível estadual, em seu trabalho, o litoral norte apresentou valores elevados, acima de vinte e cinco elementos. Em tese, todo o litoral pernambucano foi classificado como muito alta (verde escuro).

Caracterização da geodiversidade local

Geologicamente, a área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar da Paraíba no NE do Brasil, na porção pertencente ao estado de Pernambuco, entre o alto estrutural de Mamanguape, ao norte da cidade de João Pessoa, e o lineamento de Pernambuco, nas proximidades da cidade do Recife (Barbosa *et al.*, 2003; Moraes, 2005; Topan, 2018).

Na literatura, sugere-se que a Bacia da Paraíba é testemunho da deriva continental, do

último elo de ligação entre o continente africano e o Brasil, o que a difere estruturalmente e estratigraficamente das bacias circunvizinhas, as bacias de Pernambuco e Potiguar, além de ter evidências da formação do oceano Atlântico Sul. Sabe-se também que as características tardias de sua gênese, arcabouço estrutural e preenchimento sedimentar também divergem das demais bacias marginais do NE brasileiro (Rand & Mabesoone, 1982; Barbosa, 2004; Souza, 2006).

Sabe-se que o aspecto da bacia é característico de uma rampa estrutural sedimentar, que adentra suavemente para leste com a presença de blocos bastante falhados com gradiente de rejeito muito baixo (Vital *et al.*, 2013). O embasamento cristalino da região é de idade Pré-cambriana, pertencente à grande Província Borborema, inseridas no Domínio Transversal, correspondente à região limitada pelas zonas de cisalhamento de Patos (norte) e a de Pernambuco Leste (Sul).

O embasamento da Bacia da Paraíba é estruturado por rochas pré-cambrianas pertencentes à Província Borborema. A área de estudo dessa pesquisa, situa-se no Domínio Extremo-Nordeste, onde sucedem exposições de uma infra-estrutura migmatítica, com predominância do embasamento pré-brasiliano (CPRM, 1990; 2001).

Sua entidade mais representativa é o maciço Pernambuco-Alagoas, e, posteriormente, os terrenos metassedimentares do sistema de dobramentos Pajeú-Paraíba, caracterizados por uma associação de xistos, paragnaisses e quartzitos distribuídos numa faixa alongada segundo a direção NE-SW. Os complexos pertencentes à área estudada podem ser referidos aos complexos Gnáissico-Migmatítico e Surubim, segundo o Mapa Geológico da Folha Limoeiro da CPRM (1990), ou aos complexos Gnáissico-Migmatítico e Vertentes, conforme o Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (CPRM, 2001), que também refere a área como pertencente ao Domínio Transversal (Santos, 1996), dentro do Terreno Rio do Capibaribe.

O embasamento do Terreno Rio Capibaribe é representado por ortognaisses paleoproterozóicos datados em 1,97 a 2,12Ga (Neves *et al.*, 2006), e pelo ortognaisse Taquaritinga, mesoproterozóico, com idade 1,5 Ga (Sá *et al.*, 2002). A Bacia da Paraíba é sobreposta a rochas supracrustais, graníticas e ortognaisses, do Paleoproterozóico ao Neoproterozóico. (Rand, 1976; Rand, 1978; Mabesoone; Alheiros, 1988;

Mabesoone; Alheiros, 1993; Santos, 1996; Morais, 2005).

A Bacia da Paraíba é subdividida em três partes (Figura 2) e são caracterizadas/diferenciadas pela ação tectônica ocorrida em sua compartimentação decorrentes de muitos processos geológicos desde a separação dos continentes. Ao sul, temos a Sub-bacia de Olinda (1) localizada entre o lineamento de Pernambuco e a falha de Goiana (PE), área de estudo dessa pesquisa; na porção central temos a Sub-bacia de Alhandra (2) que está confinada pelas falhas de Goiana e Itabaiana (PB); e ao norte pela Sub-bacia de Miriri (3) que está limitada entre as falhas de Itabaiana e de Miriri (PB) (Mabesoone & Alheiros, 1993; Lima Filho, 1998; Barbosa *et al.*, 2003; Morais, 2005; Lima Filho *et al.*, 2005 e Topan, 2018). A sub-bacia de Olinda é composta por diversas unidades litoestratigráficas: a) O Complexo Gnáissico-Migmatítico de idade entre 2.100 e 1.800M.a datado como Paleoproterozóico, é constituído por ortognaisses de composição

granítica a tonalítica e, em menor proporção, monzonítica, monzodiorítica e diorítica (Datações em zircões detríticos do complexo surubim forneceram idades arqueanas a neoproterozóicas, com a idade mais jovem em 665 +/- 17 Ma.); b) Pelo Complexo Surubim, com a idade mais jovem em 665 +/- 17 Ma, que é composto basicamente por rochas metassedimentares e metavulcanosedimentares, contendo lentes de anfibolitos, prováveis “bombas” vulcânicas e mármore; rochas calcossilicáticas e quartzito. Essa unidade é datada como Eoproterozóico por correlação com rochas similares ao da região do Seridó-RN (Macedo *et al.*, 1984) e c) O Complexo Vertentes que corresponde a uma sequência rochosa metavulcano sedimentar constituída por metapelitos, metaturbiditos, paragneisses, metavulcano-clásticas, metadacitos, metamáficas e gnaisses anfibolíticos, e camadas de quartzitos e granito fino (Santos, 2000; SGB-CPRM, 2001; Barbosa *et al.*, 2003; SGB-CPRM, 2003 e Morais, 2005).

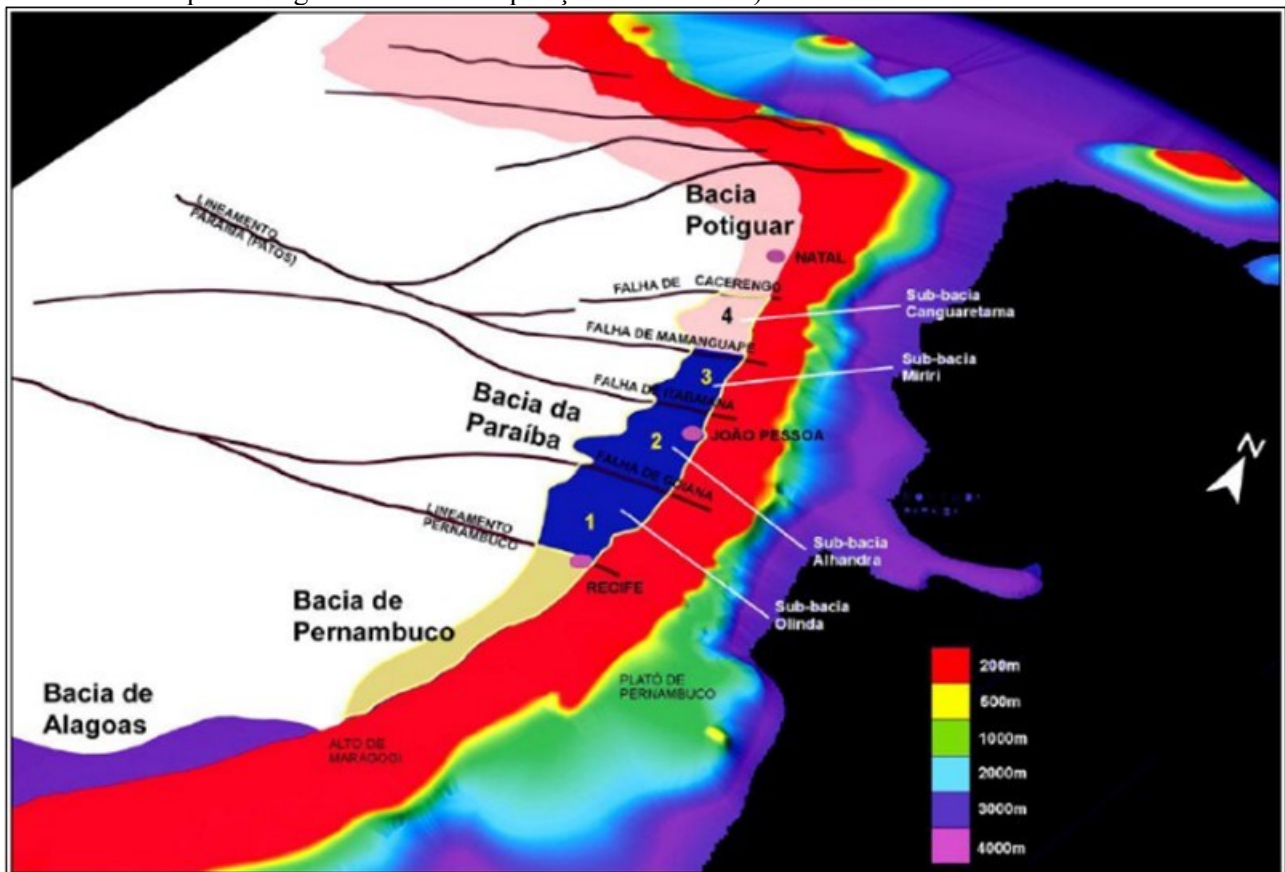


Figura 2: Localização da Bacia da Paraíba. Ponto 1, localização da área de estudo. Fonte: Adaptado de Barbosa, 2004.

A sedimentação fanerozóica da área de estudo foi sintetizada por Barbosa *et al.* (2003), propondo as seguintes Formações: Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha e Grupo

Barreiras. A Formação Beberibe é composta por arenitos de origem fluvial a flúvio-lacustre de idade santoniana. Os arenitos desta formação mostram

uma granulometria de média a grossa e alguns níveis conglomeráticos (Figura 3).

A Formação Itamaracá corresponde a deposição de sedimentos de ambientes transicionais de idade campaniana. A mesma ocorre sobre a Formação Beberibe, e é constituída por folhelhos, arenitos calcíferos creme ou acinzentados, com granulação de média a grossa, estratificação indistinta e abundantes moldes de moluscos marinhos, e níveis de fosfato no topo. Já a Formação Gramame é a primeira unidade carbonática marinha, provavelmente depositada a partir do Neocampaniano, e prosseguindo durante o Maastrichtiano. Encontra-se sobre a Formação Itamaracá e é representada pela alternância bem desenvolvida de ciclos de calcilutitos-margas.

Na Formação Maria Farinha, com idade estimada em paleocênica, podendo chegar até o Eoceno, ocorrem duas fácies estratigráficas: uma inferior, composta por calcários detríticos de origem litorânea, e uma porção superior, marcada pela alternância de calcários detríticos puros, calcários argilosos, margosos e argilas. Uma das fácies é sedimentologicamente muito similar à

Formação Gramame, e a outra mostra feições recifais a lagunares de alta energia com colônias de algas, corais e moluscos perfuradores e incrustantes.

Por último, a deposição do Grupo Barreiras que está associada a eventos plio-pleistocênicos de natureza climática e/ou tectônica que permitiram durante o Plioceno sedimentos areno-argilosos, pouco consolidados, com distintas fácies de leques aluviais, canais fluviais e planícies de inundação (CPRM, 1990; Mabesoone; Alheiros, 1998; Mabesoone *et al.*, 1988; Souza, 1999; Santos, 2000; Almeida, 2000; CPRM, 2001; Lima Filho; Souza, 2001; Barbosa *et al.*, 2003; Barbosa, 2004; Morais, 2005).

Sobre esse último grupo está depositada alguns testemunhos do Período Quaternário atreladas aos arenitos de praia (beachrocks). Estudos propostos sobre os arrecifes rochosos presentes no litoral recifense apontaram o Holoceno (7.310 ± 60 anos AP e 5.805 ± 40 anos AP) como idade para essas formações rochosas (Barreto, 2010).

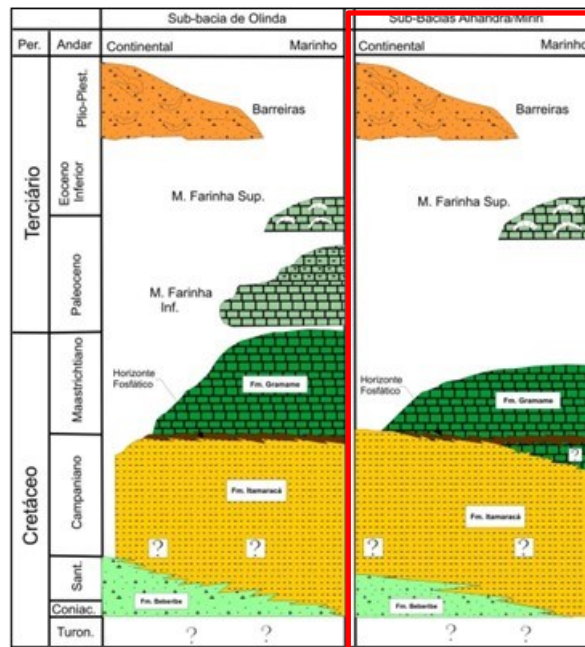


Figura 3: Modelo de carta estratigráfica proposto para a Bacia da Paraíba. Em vermelho, estratigrafia da área de estudo. Fonte: Retirado e modificado de Moraes (2005); adaptado de Barbosa *et al.*, 2003.

Geomorfologicamente a área é formada por colinas amplas e suaves (topos extensos e aplainados, vertentes com padrões convexos e retilíneos), tabuleiros (transição entre o domínio das terras altas e da planície costeira), tabuleiros dissecados (caracterizado por formas tabulares dissecadas por uma rede de drenagem com alta densidade), planícies fluviais Flúvio-lacustres

(planícies de inundação e baixadas inundáveis, caracterizadas por mangues e brejos), planícies Flúvio-Marinhas (compreendem superfícies planas muito mal drenadas, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais meandantes, sob influência de refluxo de marés) e planícies costeiras (caracterizadas por terraços marinhos e cordões arenosos).

No quesito dos aspectos pedológicos associadas as questões geomorfoclimática a área possui um mosaico caracterizado por grandes manchas de Neossolos Flúvicos (solos minerais não hidromórficos, oriundos de sedimentos recentes referidos ao período Quaternário). Nas áreas próximas aos tabuleiros temos os Neossolos Quartzarênicos (solos minerais, derivados de sedimentos arenoquartzosos do Grupo Barreiras do período do Terciário e sedimentos marinhos do período do Holoceno).

Ao Norte ocorrem Gleissolos (formados em condição de alagamento, permanente ou temporário). Ao Sul, predominam Latossolos Amarelos (desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras). Na porção central temos os Espodossolos (solos distróficos com um horizonte claro com altíssima porcentagem de areia na textura sobre outro horizonte escuro extremamente endurecido).

Na região dos tabuleiros dissecados temos a presença dos Argissolos Amarelos (com formação idêntica aos do Latossolos Amarelos), Argissolos Vermelhos (solos ricos em teores de óxidos de ferro), Argissolos Vermelho-Amarelos (solos também desenvolvidos do Grupo Barreiras de rochas cristalinas ou sob influência destas) e solos de mangue (solos halomórficos muito pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos flúvio-marinhas recentes) presentes nas áreas mais próximas a área urbana e oceano (Embrapa, 1997; 2000; 2006).

Arelada a questão pedológica, temos a cobertura vegetal da área que é típica do bioma da Mata Atlântica. Na porção mais ao norte, temos fragmentos do domínio canavieiro. Na porção litorânea temos uma vegetação rasteira típica de gramíneas, ciperáceas e os ambientes de mangues.

Os padrões de precipitação e de vento no NE do Brasil possuem dependência direta das condições de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical e no Pacífico Equatorial. O sistema Alta Subtropical do Atlântico Sul, proporciona a convergência de ventos em superfície. Este sistema ainda contribui diretamente com a manutenção da Zona de Convergência Intertropical. Eventos pontuais como os Sistemas Convectivos de Mesoescala, ondas de leste, frentes frias e Linhas de

Instabilidade são responsáveis por ventos fortes em superfície e temporais (Ferreira; Mello, 2005).

Conforme classificação climática de Koppen (1948) a região possui um clima tropical chuvoso tipo As' com características quentes e úmidas. As chuvas concentram-se basicamente entre os meses de março a agosto e temperaturas médias de 24°C.

A bacia Paraíba possui um potencial fossilífero de grande notabilidade, com um grande número de pedreiras e afloramentos de calcários pertencentes basicamente a Formação Gramame. Na porção pertencente ao estado de PE temos a Pedreira Nassau, e a Pedreira Ponta do Funil, ambas em Goiana; a Pedreira do Presídio na Ilha de Itamaracá, e a Pedreira Poty no município de Paulista; essa última, apresentando a melhor exposição de rochas e fósseis das eras Mesozoica e Cenozoica da América do Sul (Oliveira, 2007).

De acordo com Barreto e Polck (2021), com o surgimento do Geossítio Mina Poty, em 2018, o Brasil avança com a sua primeira área formalmente preservada dentro de uma mineradora em funcionamento. Conforme autoras, na área é possível identificar atividades ligadas a sustentabilidade com princípios da conservação do patrimônio geológico/paleontológico.

Na literatura, somente os municípios de Ilha de Itamaracá, Goiana e Paulista tiveram pesquisas paleontológicas com registros e publicações.

Nessas áreas, está o raro registro da passagem das eras Mesozóica e Cenozóica, marcado por uma grande mudança ambiental que provocou o desaparecimento de grandes amonóides, répteis marinhos, dinossauros e o aparecimento de novas espécies de animais e plantas. Na Formação Itamaracá foram identificados uma variedade de moluscos (malacofauna). Na Formação Marinha Farinha muitos espécimes foram coletados de idade cretácea identificadas por espécies de moluscos bivalves e também da presença de variados cefalópodes, crustáceos dos gêneros *Plagiolophus*, *Carinuca* e *Calianassa*, além de equinóides, briozoários, serpulídeos e nautilóides. Também foram identificados alguns dentes de peixes seláquios e alguns bivalves, gastrópodes, cefalópodes e outros (Almeida, 2007; Barreto; Polck, 2021).

Em termos de recursos hídricos o Estado de Pernambuco possui grandes bacias hidrográficas que estão confinadas a duas vertentes distintas: os rios que se conectam ao rio São

Francisco e aqueles que desagüam diretamente no Oceano Atlântico. Os que se conectam ao rio São Francisco são chamados de rios interiores. A área de estudo abarca os que escoam para o litoral, considerados rios litorâneos. Para controle e gerenciamento o estado é dividido em regiões de desenvolvimento. O município de Goiana pertencente a região de desenvolvimento Mata Norte e os demais municípios a região de desenvolvimento Metropolitano.

As unidades de planejamento hídrico da área são compostas pela UP01-Goiana, UP02-Metropolitana Norte, UP03-Capibaribe. As duas primeiras pertencentes a Bacia Hidrográfica do rio Goiana e a última a Bacia Hidrográfica do rio Capibaribe.

O município de Goiana está inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico. O município está inserido no domínio hidrogeológico intersticial composto de rochas sedimentares da Formação Beberibe, Grupo Barreiras, Depósitos Aluvionares, Depósitos Fluviolagunares, e dos Depósitos Fluviomarinhas, e, também, pelo domínio hidrogeológico fissural formado por rochas do embasamento cristalino que engloba o subdomínio de rochas metamórficas, constituído dos Complexos Vertentes e Belém do São Francisco.

O município de Itamaracá encontra-se inserido nos domínios do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos. Por tratar-se de uma ilha, o município é banhado em todo o seu entorno pelo Oceano Atlântico. O padrão da drenagem é o dendrítico e os cursos d'água têm extensão reduzida e regime de fluxo perene. O município está inserido no domínio intersticial e pelo domínio cárstico-fissural formado pelos calcários da Formação Gramame.

Abreu e Lima encontra-se totalmente inserido nos domínios das Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Catucá, Pilão, Bonança, Utinga e do Barro Branco. A maioria dos cursos d'água do município são perenes, embora de pequeno porte e curso restrito, e o padrão de drenagem é o dendrítico. A região está inserida no domínio intersticial, sobre o domínio cárstico-fissural e a região ainda possui contato com o domínio Fissural.

Itapissuma também está inserido nos domínios do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos. O padrão da drenagem na região é o dendrítico e os cursos d'água têm extensão

reduzida e regime de fluxo perene. O município está inserido totalmente no domínio hidrogeológico intersticial.

Igarassu, encontra-se inserido nos domínios do Grupo de Bacias de pequenos rios costeiros. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico. O município de Igarassu está inserido no domínio hidrogeológico intersticial, domínio hidrogeológico cárstico-fissural e no domínio hidrogeológico fissural.

O município de Paulista encontra-se inserido nos domínios do Grupo de Bacias de pequenos rios costeiros. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico. Paulista está inserida em várias bacias, em especial, a bacia do Rio Capibaribe. A região está inserida no domínio hidrogeológico intersticial, domínio hidrogeológico cárstico-fissural e no domínio hidrogeológico fissural (CPRH, 2003; Pernambuco, 2006; Xavier, 2007; Pernambuco, 2008).

Resultados e discussão

Índice de Geodiversidade (IG)

A partir da inventariação de todos os elementos da geodiversidade disponíveis para o litoral norte pernambucano foi possível calcular os valores de cada elemento e, a partir da soma dos valores obtidos individualmente elaborou-se um mapa único de IG (Figura 4) que representa a geodiversidade da região.

A área de estudo está dentro da porção da Bacia Sedimentar Paraíba (na região costeira) e uma pequena porção (16%) porção dentro do embasamento cristalino (que está mais na borda oeste). Essas características físicas do compartimento geológico são primordiais para compreender os tipos de solo, a disponibilidade hídrica, as informações estratigráficas, as formas de relevo, os recursos minerais que são explorados, todos associados ao uso e ocupação da terra. Por isso, as áreas mais retrabalhadas (fatores naturais e antrópicos) possuem um valor considerável para o IG.

Ressalta-se que a aplicabilidade e eficiência do método de IG proporciona uma contagem de valores individuais equivalentes e nenhum dos elementos abióticos da geodiversidade foi favorecido em detrimento de outro. Desta forma, foi possível quantificar e qualificar a área de forma imparcial através de 5 classes de geodiversidade, sendo eles muito baixo (até 03

elementos), baixo (até 06 elementos), médio (até 09 elementos), alto (até 12 elementos) e muito alto (até 15 ou >15).

Ao analisar o IG do litoral norte visualiza-se que a maioria das quadriculas estão na classe muito baixa (29,6%), seguida da muito alta (27,2%) (Tabela 1), sendo essas localizadas nas extremidades leste e oeste da área em análise (Figura 4). Por meio da varredura online, utilizando o Google Earth, percebe-se que essas áreas com valores baixos foram menos retrabalhadas e a quantidade de estudos e pesquisas é quase inexistente.

A porcentagem do índice na classe muito alto (27,2%) está sobre a bacia sedimentar da Paraíba, em específico a sub-bacia de Olinda e presença de fosséis. Já a classe do IG alto (16%), corresponde aos tabuleiros conservados e áreas de grande drenagem. A variação pedológica é bastante marcante, e nela não foram encontrados registros fósseis nessa faixa com bases nas últimas pesquisas.

Valor do Índice	Nº de quadras	Percentual (%)
Muito baixo	34	29,6
Baixo	20	13,6
Médio	17	13,6
Alto	17	16
Muito Alto	37	27,2

Tabela 1: Relação dos valores encontrados para o IG.

Cada aspecto da geodiversidade foi analisado individualmente para que no final pudessemos somar todos e gerar o IG geral. Conforme resultado, a geologia obteve 55% das quadriculas com valores entre 1 e 3 pontos, resultando em áreas com índice entre baixo e médio enquanto que, para 45% da área do litoral foram obtidos valores entre 4 e 6 pontos, (alto e muito alto). A área mais próxima ao litoral (ou a atual linha de costa) destaca-se pelas quantidades de unidades estratigráficas pertencentes a Sub-bacia de Olinda – Bacia da Paraíba. Portanto, o destaque de elementos geológicos foi maior nessa área. Isso se dá pela quantidade de área aflorante que foi retrabalhada por ações naturais e principalmente por interferências antrópicas, possibilitando mais visibilidade para a área.

Nos aspectos geomorfológicos, que representa os domínios morfoestruturais,

morfoclimáticos, os modelos de dissecação, dissecação/acumulação e os de acumulação atreladas as formas, ruptura de declive, áreas de estocagem e a presença de drenagens que correm entre os tabuleiros e os tabuleiros dissecados obtiveram valores bem expressivos. Vale destacar que a presença antrópica é bem atuante nesse quesito de análise.

Ressalta-se que as áreas de limites morfoestruturais, no quesito geomorfológico, também apresentaram grande importância na valorização deste índice. Resultando em quadriculas que variaram entre 5 e 8 pontos em cerca de 70% do território, representando grande influência nos valores finais do IG.

Destarte, a geomorfologia foi o aspecto analisado que conseguiu obter o maior destaque no IG pelos altos valores de pontuação identificados no índice individual, principalmente nas áreas mais próximas do litoral. Acredita-se que as geoformas merecem destaque nesse cenário e na quantificação final do resultado obtido.

Os maiores índices de paleontologia estão localizados em 37 quadriculas que foram classificadas no IG do município como muito alto, e outras 17 quadriculas estão localizadas na classificação de IG Alto. O fato dos pontos fossilíferos aparecerem nas quadriculas de maiores IG da área de estudo mostra a importância desses na soma total dos valores. E ainda, sua existência pode estar diretamente relacionada aos altos índices de geologia na quadricula.

A Formação Gramame, da bacia sedimentar da Paraíba na porção da sub-bacia de Olinda, é a unidade estratigráfica com mais elementos paleontológicos descobertos na literatura e a mesma repousa em toda área de estudo.

Nos aspectos pedológicos os valores variam entre 3 e 6 pontos. Embora seja uma pontuação menor que os índices de geologia e geomorfologia. Valores 4 e 5 foram obtidos em 30% da área. Assim, os solos foram considerados o terceiro elemento de maior representatividade da geodiversidade na zona costeira em estudo, ficando atrás apenas da geomorfologia, e seguido pela geologia. Vale frisar que as questões geológicas e geomorfológicas somadas as questões climáticas influenciam diretamente na composição pedológica e na criação desse mosaico diversificado.

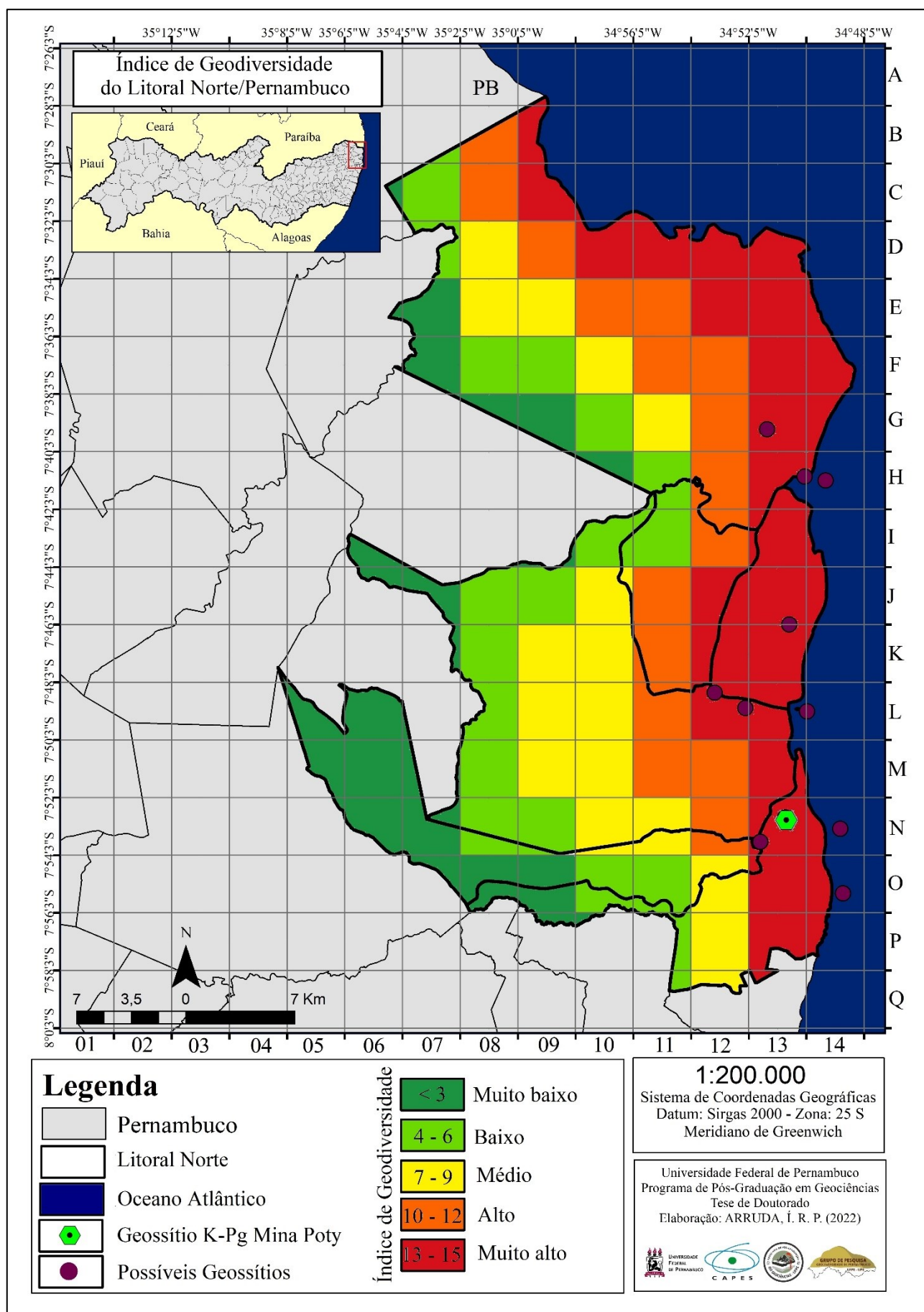


Figura 4: Representação do Índice de Geodiversidade do Litoral Norte de Pernambuco.

Arruda, I. R. P., Mariano, G., Guimarães, T. O.

As quadrículas voltadas para o índice de recursos minerais estão localizadas na classificação de IG Alto e Muito Alto com valores variando entre 1 e 3, e tem relação direta com a geologia e a geomorfologia. Somente na área mais próxima do litoral é que foram encontradas áreas de mineração.

Assim, a região mais a oeste do mapa é a que possui um índice entre muito baixo a baixo. Em média, 34 quadrículas apresentam essa classificação. É possível observar também que a nordeste, tem-se uma área com alta geodiversidade (região correspondente a uma alta concentração pedológica, geológica e hidrográfica) que corresponde as quadrículas A a H e entre os números 09 a 14. Conforme analisado, a quadrícula com mais elementos da geodiversidade ocorre na porção mais lateral (leste), que corrobora com os dados apresentados por Ferreira (2014).

Conforme Arruda *et al* (2022), os maiores valores estão concentrados na quadrícula N13 classificando-a como muito alto. Nessa área, está o geossítio Mina Poty (área de muitos elementos da geodiversidade). E é somente nas quadrículas 13 e 14 entre as letras D e P que encontramos registros paleontológicos. Boa parte do acervo de fósseis encontrados estavam localizados na unidade estratigráfica Formação Marinha Farinha e Formação Gramame.

Somente o município Ilha de Itamaracá conseguiu ficar 100% dentro da classificação do IG muito alto. Na área, os quesitos geológicos e paleontológicos são os mais que se destacam. Na unidade estratigráfica Formação Maria Farinha que encontramos boa parte dos registros fósseis catalogados no estado.

O mapeamento da geodiversidade do litoral norte de Pernambuco proporcionou de forma indicativa um levantamento das áreas de maior importância do meio abiótico, proporcionando uma atenção voltada à proteção de áreas de fragilidade e interesse da geodiversidade. Para Carvalho e Aquino (2022) o conhecimento sobre geodiversidade nos faz envolver melhor o meio ambiente, suas composições, fragilidades e valores.

Furtado e Valdati (2023) reforçam que os elementos abióticos presentes na paisagem destacam-se por valores intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e didático.

A área litorânea foi a que mais obteve pontos georreferenciados como áreas de grande interesse da geodiversidade. Foram identificados 10 possíveis geossítios que merecem um olhar

sobre o viés da geodiversidade, da geoconservação, do geoturismo, da geoeducação e de práticas sustentáveis nesse e em outros trabalhos futuros.

Ressalta-se que a criação desse mapeamento tem por finalidade tornar-se mais um geoindicador aos estudos da geodiversidade. Assim, trabalhos de campo, mapeamentos de detalhes, inventários, fichas e outros ainda precisam ser utilizados para identificação e compreensão das áreas de interesse.

Mapeamentos de geossítios – proposta

Após levantamento da geodiversidade do litoral norte por meio da aplicação do IG foram levantados 10 pontos estratégicos de interesse geológico, geomorfológico e outros, na promoção de geossítios (Figura 5).

O *Software Google Earth Pro* somado ao mapa de IG obtido foram cruciais na escolha desses geoambientes que são fundamentais na caracterização do geopatrimônio Pernambucano. Os mesmos foram identificados e descritos da seguinte forma: 1); Canal Santa Cruz; 2) Ilha de Itamaracá; 3) Ilha Coroa do Avião; 4) Ilha de Itapessoca; 5); Ilha restinga de Santa Cruz 6) Arenitos de Marinha Farinha; 7) Arenitos da praia do Janga; 8) Coroas de Areia de Catuama; 9) Ponta do Funil e o 10) Geossítio Mina Poty.

Para caracterizar esses geossítios foi utilizado a metodologia proposta por García Cortés *et al.* (2014) e aplicada por Guimarães (2016) no litoral sul de Pernambuco, para a definição do objetivo, escala, área e o preenchimento de fichas de catalogação, com todas as informações necessárias relativas ao levantamento de geossítios a serem propostos a futuros trabalhos de inventário.

No município de Goiana foram identificadas três áreas de interesse da geodiversidade, sendo elas: 4) Ilha de Itapessoca (área de estuário e possui em seu contexto litológico todas as unidades deposicionais da Bacia da Paraíba) (Figuras 6 e 7), 9) Ponta do Funil (área com maior índice de elementos paleontológicos, estratigráficos e paleopaisagens) (Figuras 8 e 9) e 8) Coroas de Areias de Catuama (área de sedimentação quaternária com presença de bancos de areia e arenitos de praia).



Figura 5: Identificação de possíveis geossítios no litoral norte pernambucano enumerados de acordo com as visitas de campo. Fonte: *Google Eart Pro* (2023).



Figura 6: Vista área da Apa Estuarina do rio Itapessoca e da ilha que tem o mesmo nome. Fonte: CPRH – APA (2022).



Figura 7: Acesso principal e único a Ilha de Itapessoaca.

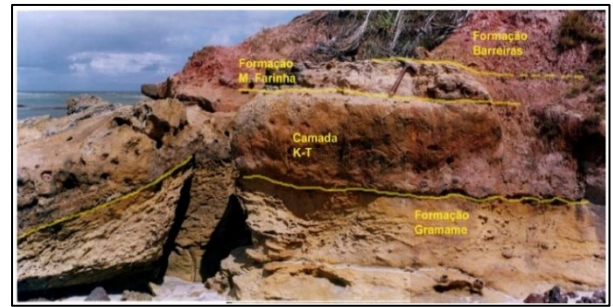


Figura 8: Afloramento estratigráfico com a presença das formações Gramame (base), formação Maria Farinha (no meio) e formação Barreiras (no topo). Fonte: Retirado de Moraes (2005); adaptado de Barbosa *et al.*, 2003.

Já os municípios de Abreu e Lima e Itapissuma não obtiveram nenhuma área com potencial para geossítio por meio desse IG. Ressalta-se da necessidade de mais pesquisas, em escala de detalhe somado a mais trabalhos de campo afim de realizar um diagnóstico ambiental mais minucioso em busca de mais áreas com valores superlativos, sejam elas científicas, turísticas, culturais e educacionais.

É importante frisar também que o IG generaliza bastante essas áreas que não possuem elementos geológicos marcantes na paisagem. E que os valores obtidos são da soma dos dados já existentes. Portanto, o trabalho de campo é fundamental para comparação e validação dos dados.

A Ilha de Itamaracá obteve 2 pontos estratégicos, sendo eles: 2) A própria ilha (área com bastante diversidade dos elementos da geodiversidade) que com estudos posteriores poderá ser subdividido em outros geossítios, levando em consideração a heterogeneidade de suas formações, ou seja, cada praia possui uma deposição e elementos da geodiversidade distintos; e 1) Canal Santa Cruz (área de estuário).

O município de Igarassu obteve 2 pontos estratégicos, representado pelos: 5) Ilha Restinga do Canal de Santa Cruz com deposições sedimentares recentes, e pela 3) Ilha Coroa do Avião, de gênese quaternária com presença de bancos de areia e piscinas naturais (Figura 10).

Paulista foi o município que obteve mais pontos georreferenciados, no total de 3, sem levar em consideração o Geossítio Mina Poty (Figura 11), aqui já discutido.



Figura 9: Ponta do Funil. Estratigrafia da Sub-bacia de Olinda exposta por erosão marinha.

A proposta está em: 6) Arenitos de Maria Farinha (deposição quaternária); 7) Arenitos da Praia do Janga (do mesmo período da citada anteriormente), e 10) pela Ilha de Restinga dos Encantados (área de grande interesse da biodiversidade sobre deposição quaternária).



Figura 10: Foto aérea da Ilha de Coroa do Avião. Fonte: Renato Paes B. de Albuquerque (2022).



Figura 11: Estratigrafia do Geossítio Mina Poty no município de Paulista. No local, existe dois painéis ilustrativos com informações científicas e educativas. Foto: Emmanuel Franco (2023).

Com exceção da Ilha de Itamaracá e do Canal de Santa Cruz, definidos por serem uma área complexa, todos os outros pontos possuem sua tipologia do tipo ponto, conforme método proposto por García Cortés *et al.*, (2014). O ponto chave está na dimensão em km que foi levado em consideração para a área em estudo.

Ambos os pontos aqui apresentados possuem condições suficientes para o desenvolvimento de um turismo sustentável associados ao manejo e conservação de forma racional, do desenvolvimento de atividades pedagógicas e científicas, e da utilização de trilhas ecológicas, por exemplo. Assim, reforça-se o desenvolvimento de mais estudos com base na temática norteadora desse trabalho.

Aplicabilidades do IG

O conhecimento da geodiversidade do litoral pode ser utilizado para diversos fins, sejam eles territoriais, políticos, científicos, ambientais, turísticos e educacionais. O geoturismo, por exemplo, como atividade territorial e turística propõe uma experiência mais profunda do turista com a paisagem (Rapanelli; Feger; Fernandes, 2021).

Por tratar-se de uma atividade turística, o geoturismo, permite ainda usufruir a geodiversidade como atração central, utilizando os elementos geológicos e geomorfológicos com fins recreativos e de lazer, permitindo o desenvolvimento sustentável (Gonçalves; Alvim; Carvalho, 2023).

Por meio de propostas futuras, essas áreas de grande interesse da geodiversidade poderão tornar-se importantes nas discussões e promoções do território, do ponto de vista de desenvolvimento sustentável. Para os fins educacionais podem ser utilizados os valores científicos de cada unidade/formação presente, por meio de investigações/aulas de campo com metodologias ativas e didáticas que possam proporcionar um arranjo científico e cultural. Destaca-se aqui que, é na escola que a compreensão e a importância do conservar precisa ser inserida, trabalhada e executada (Krüger; Guimarães, 2023).

Para Silva e Baptista (2023) entender a geodiversidade pelo seu valor educativo se configura como uma das principais estratégias no desenvolvimento de práticas efetivas de geoconservação, destacando-se a geoeducação. O trabalho em escolas é uma alternativa viável e bastante inovadora por meio de jogos e brincadeiras lúdicas (Ferreira; Silvo; Aquino, 2021).

Poderá ser proposto por intermédio do Professor aos alunos a confecção de croquis (mapas) em escalas de detalhe, confecção de maquetes, concurso de fotografias e criação de poemas culturais com na aprendizagem local sobre a geodiversidade. A depender dos métodos e propostas levantadas, é válido compreender a história de ocupação, a identidade cultural e as práticas religiosas por meio de entrevistas e criação de canais (*podcasts* ou vídeos).

Vale frisar a importância de discussões/diálogos, rodas de conversas, seminários sobre conservar, preservar, utilização de espaços naturais e medidas de divulgação e educação que podem ser realizadas dentro das escolas e ambientes não formais. Práticas e ações como essas, afetam diretamente os cidadãos do amanhã, tornando-os mais conscientes.

É importante que discussões como essa não fiquem restritas somente a universidades e grupos de estudos, mas que elas possam chegar aos ambientes não formais por meio de jogos virtuais, jogos físicos e outros. Guimarães (2016) inventariou 13 geossítios no Litoral Sul de Pernambuco e trabalhou-os para além do ponto de

vista científico e turístico, de forma geoducativa, elaborando jogos com a temática dos geossítios inventariados.

Brum e colaboradores (2023) reforçam a importância de atividades geoducativas com finalidade de popularizar os conhecimentos sobre o patrimônio geológico, geomorfológico e paleontológico de determinado lugar, através de atividades de educação formal e não formal.

É importante também um olhar político e sério por parte do governo e das empresas parceiras no planejamento, criação e disponibilização de painéis informativos em áreas estratégicas, possibilitando a divulgação territorial por meio de conhecimento científico das unidades ali presentes. A exemplo dos painéis presentes no promontório do Cabo (Litoral Sul de PE), no Geossítio Mina Poty em Paulista (Litoral Norte) e no Espaço Ciência em Olinda/PE (referente as rochas vulcânicas do Litoral Sul de PE).

Ressalta-se também a importância de agregar a comunidade, orientando-a da melhor forma sobre os aspectos científicos, para divulgar o conhecimento dentro da realidade local e inserir tais conhecimentos dentro da culinária e costumes.

No que concerne à economia, a própria comunidade pode ser agente ativo na transformação e valorização do espaço. Assim, é importante sua integração por meio do artesanato, das comidas típicas, das danças culturais, das festividades religiosas e dos valores da geodiversidade através de um turismo sustentável praticados por eles. Para que isso ocorra, é fundamental a parceria do governo municipal, estadual e universidades na criação de diálogos e rodas de conversas.

Espera-se também que as repartições públicas, a nível de prefeituras, criem dentro de suas secretarias de planejamento e ordenamento territorial diálogos com a comunidade na tentativa de fornecer subsídios, resolver conflitos e promover o espaço como um todo. Sabe-se também da importância de criação de unidades de conservação na região. Tem-se muitas áreas que precisam de um olhar específico da biodiversidade.

Conforme Arruda (2015), proporcionar a população aprendizagem significativas acerca da importância científica e natural do meio abiótico é o primeiro passo para a geoconservação desse meio. Uma vez que, à medida que a população é conscientizada sobre a história geológica da Terra e todos os processos responsáveis por aqueles elementos da geodiversidade é também criada uma relação com aquele local. A identidade cultural é o

laço mais importante com o território em promoção.

É importante frisar também que a identidade local é um dos principais pontos para promoção do geopatrimônio (área que reúne todos os elementos da geodiversidade por meio dos interesses científicos, educacionais, econômicos, territoriais e outros). E através dela que a comunidade local mantém uma ligação de respeito, de sobrevivência e de moradia com o ambiente.

A geologia local diz muito sobre a diversidade mineralógica do espaço, dos impactos ambientais, da exploração desses minerais e de toda uma viabilidade econômica. As diferentes litologias podem proporcionar estudos que envolvam a comunidade a exploração econômica. No entanto, sugere-se mais estudos e pesquisas para a região.

Já a geomorfologia atrelada as rugosidades deixadas pelos processos físicos, químicos e biológicos permitem a criação de pontos turísticos específicos e totalmente estratégicos que atendam aos objetivos da ODS e a um turismo ecológico com participação direta do governo e comunidade.

Conforme o mapa do IG, foi possível observar pontos de alto interesse geológico-geomorfológico, principalmente próximo das áreas litorâneas, propiciando na criação de uma área de conservação natural do meio abiótico.

É importante frisar a inventariação, quantificação, avaliação quantitativa e catalogação desses e de outros pontos, como geossítios, em sites específicos como o GEOSSIT (Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade do Brasil), disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/geossit/>>, sobre responsabilidade da CPRM e/ou no Geosite, disponível em: <<https://iugs-geoheritage.org/>>, sobre responsabilidade da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) em parceria com a UNESCO, permitindo que o conhecimento dessas unidades perpassa a realidade e conhecimento nacional.

A proximidade da área com a proposta de geoparque para o Litoral Sul pode ser considerada uma vantagem para a criação de um novo estudo e/ou proposta de geoparque aos critérios da UNESCO (alicerçada em critérios científicos, educacionais, sociais, políticos, culturais, religiosos e econômicos), pois, ambas as áreas possuem testemunhos da evolução da Terra e seus desdobramentos até a atualidade.

Sabe-se que inicialmente, a proposta de catalogação desses geossítios poderá, por meio da

geodivulgação e os olhares das esferas públicas, garantir a conservação desses geoambientes de maior interesse de geodiversidade, possibilitando a construção de estruturas físicas que acompanham a implantação paradas obrigatórias, atraindo um turismo, comércio e aumento da empregabilidade formal e não formal, gerando um potencial desenvolvimento econômico para o território.

O litoral pernambucano por si só possui um enredo histórico de sol e praia bem favorável e crescente nas últimas décadas. Assim, nada mais importante do que agregar turismo sustentável e ecológico, história e ciência em um mesmo espaço.

Os dados obtidos através do estudo da geodiversidade resultam em uma ferramenta primordial no planejamento territorial e ordenamento ambiental, fornecendo subsídios para vários setores, principalmente para os da educação, mineração e geoturismo. Reforça-se, que para conservar um geopatrimônio de um determinado lugar é preciso que exista estratégias de geoconservação voltadas a um turismo sustentável e práticas geoeducativas (Vallerius; Santos; Mota, 2020).

A falta ou ausência da aplicabilidade desse tipo de informação poderá causar danos aos meios abióticos, que muitas vezes poderá ser irreversível. É fundamental que a sociedade seja racional no quesito de utilização dos recursos naturais e que conservar de forma correta é muito mais vantajoso. Ciente de que práticas sustentáveis promove o espaço, atrai decisões econômicas, turismo e garante esses elementos as futuras gerações. O papel das instituições de ensino e de pesquisa são considerados fundamentais nesse processo de promoção da geodiversidade (Santo *et al.*, 2021).

Conclusões

É notório que o estado de Pernambuco, em específico as áreas litorâneas, possui empreendimento ativo, principalmente o de especulação imobiliária e turismo predatório que ameaçam fortemente os ambientes e consequentemente seus ciclos naturais por meio dos processos de ocupações irregulares, uso irregular da vegetação nativa que intensifica ainda mais a erosão *in loco*, dos monumentos geológicos, geomorfológicos, paleontológicos e arqueológicos, além da ausência de propostas de conservação destas as gerações futuras.

A geodiversidade do litoral norte pernambucano é bastante peculiar e merece destaque aos estudos geológicos, geomorfológicos, paleontológicos, entre outros, pois ambos aspectos

da geodiversidade no local contam uma história da evolução da Terra. As áreas apresentadas pelo mapeamento possuem condições suficientes para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis atrelados a geoconservação e ao geoturismo.

Com o mapa de índice de geodiversidade foi possível identificar que as áreas mais próximas ao litoral possuem uma quantidade bem expressiva de elementos da geodiversidade. Mais de 30 quadrículas obtiveram mais de 15 elementos da geodiversidade. As características geológicas, geomorfológicas e pedológicas são as mais relevantes para a área.

Ressalta-se que essa região de valor mais expressivo do índice é também uma região bastante urbanizada e que os elementos naturais foram bastante influenciados pela ação antrópica, como por exemplo, a abertura de estradas, agricultura familiar e outros.

A área de estudo, possui um elevado potencial turístico envolvendo a história, a cultura, sol e mar e demais elementos bióticos e abióticos. A região vem se tornando um dos destinos preferidos dos turistas que se aventuram pelas áreas litorâneas e a prática do geoturismo precisa ser cada vez mais difundida nos ambientes formais e não formais para que áreas como essa, sejam promovidas, utilizadas, divulgadas e sempre conservadas.

Acentua-se que este trabalho é preliminar e caminha para discussões e sugestão de pesquisas futuras na importância de quantificar, valorizar e promover o espaço em questão por meio da geodiversidade, geoconservação, práticas do geoturismo e divulgação através da geoeducação por meio de novos dados somados a esse, a fim de que a comunidade científica e local esteja ciente da importância desse geopatrimônio para a comunidade no geral e fins futuros.

A finalidade desse artigo foi o de identificar por meio das geotecnologias e trabalhos de campo áreas de interesse da geodiversidade, uma vez que, a partir dos estudos preliminares identificou-se na região grande potencial para o desenvolvimento de uma proposta futura de geoparque, fortalecendo assim os estudos desenvolvidos no litoral sul, pois ambas possuem sítios e paisagens de relevância geológica internacional, mas que precisam ainda construir uma base sólida social, política e educacional dentro de um conceito holístico de proteção, conservação, educação e desenvolvimento sustentável.

Assim, a premissa chave é o de promover o ordenamento territorial e o gerenciamento desses elementos, conservando-os e utilizando-os de

maneira sustentável, de modo a valorizar não só esses elementos da geodiversidade e biodiversidade, como também, promover a qualificação social e desenvolvimento econômico local. Contudo, sabe-se que muita coisa ainda precisa ser feita e que mais estudos precisam ser realizados.

Diante deste contexto, há de se levar em consideração a utilização dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) atrelados as propostas do Pacto Global que precisam e devem ser implementados no planejamento territorial. E é dentro da escola que se pode iniciar o processo e manejo de conservação dessas unidades.

Sabe-se também que olhar multi-integrado entre pesquisa científica, educação, envolvimento comunitário, produção sustentável, manejos ecológicos/sustentáveis, conservação, responsabilidade e conscientização do uso racional da água, e geração de renda por meio da natureza, contribuem para uma sociedade mais ecológica e igualitária. Proporcionar condições sustentáveis a uma comunidade é o mesmo que acreditar no futuro sustentável e de qualidade a todos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pernambuco, ao Departamento de Geologia, ao Programa de Pós Graduação em Geociências, ao Grupo de Pesquisa em Geodiversidade de Pernambuco – UFPE e UPE, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de doutorado ao primeiro autor, e aos demais colaboradores com as fotos.

Referências

- Almeida, J.A.C., 2000. Calcários Recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba: Aspectos Taxionômicos, Paleoecológicos, Paleoambientais e Estratigráficos. Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Dissertação de Mestrado.
- Almeida, J.A.C., 2007. Icnofósseis de macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior – Paleógeno), nordeste do Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Araujo, R.A.O., Vieira, G.F., Souza, P.H., Santos, C.A., 2021. Geodiversidade, turismo e educação: a divulgação científica virtual no

- período de pandemia. Caderno de Geografia, v.31, Número Especial 2. doi: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2021v31nesp2p131>
- Arruda, I.R.P., Lima, R.G., Listo, D.G.S., Mariano, G., Guimarães, T.O., 2023. Proposta de Geoconservação no distrito de Fazenda Nova - Brejo da Madre de Deus - Pernambuco, NE do Brasil. Geologia USP. Série Científica, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 87-98. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-204675>.
- Arruda, I.R.P., Mariano, G., Guimarães, T.O., 2022. Boletim de Resumos / 6º Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 20 a 27 de agosto de 2022. São Paulo: Instituto de Geociências/USP e Auditório Camargo Guarnieri.
- Arruda, I., Santos, L., Silva, V., Assis, K., & Silva, O., 2021. Análise Superficial da Cabeceira de Drenagem na Vila Maria no Município de Garanhuns – Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, 14(3), 1815-1827. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1815-1827>.
- Arruda, I.R.P. Guimarães, T.O., 2019. O Uso do software Microdem como ferramenta para o ensino de Geografia Física. Revista Ensino de Geografia (Recife) V. 2, No . 3. doi: <https://doi.org/10.51359/2594-9616.2019.242761>
- Arruda, K. E. C.; Barreto, A. M. F., 2015. Índice de geodiversidade do município de Araripina–PE, Brasil. Estudos geológicos, v.25, n.1, p.103-117. Recife.
- Barbosa J.A., 2004. Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Barbosa, R.N.; Sabóia de Aquino, C.M., 2020. Análise bibliométrica do tema geodiversidade no Brasil em revistas no período 2010-2016 e suas regiões de concentração . Terr@ Plural, [S. l.], v. 14, p. 1–14. doi: 10.5212/TerraPlural.v.14.2015001.040. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/15001>. Acesso em: 9 jan. 2024.
- Barbosa, J.A, Souza, E.M., Lima Filho, M.F., Neumann, V.H., 2003. A estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma reconstituição. Estudos Geológicos, Universidade Federal de Pernambuco. 13: 89-108.
- Barreto, A.M.F., Polck, M.A.R., 2021. Fósseis de Pernambuco: Desafios na Busca de Conexões para Integrar Sociedade a seus Acervos. Anuário do Instituto de Geociências, v. 44, 38059. doi: https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_38059.
- Barreto, A. M. F.; Assis, H. B. ; Bezerra, F. H. R. ; Suguio, K. . Arrecifes, a calçada do mar de Recife. Importante Registro Holocênico de Nível Relativo do Mar acima do atual. In: WINGE, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C. R. G.; Fernandes ,A. C. S.; Berbert-Born, M.; Sallun. (Org.). SIGEP Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil. 2010, v. III, p. 1-13.
- Brilha, J., 2016. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a Review. Geoheritage, [s. l.], v. 8, p. 119-134. doi: <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>.
- Borba, A.W., 2011. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisas Em Geociências, 38(1), 3–13. doi: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.23832>
- Brum, E.C.; Borba, A.W.; Campos, J.O., 2023. O Geodia como base educacional para a certificação do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO. Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, Guimarães, Portugal, v. 5, n. 2-3, p. 49–62. doi: 10.21814/physisterrae.5558. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/5558>. Acesso em: 5 jan. 2024.
- Carvalho, E.A., Aquino, C.M.S., 2022. Abordagem sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e geopatrimônio. Revista da Academia de Ciências do Piauí, Volume 3, Número 3, p.08–17, Janeiro/Junho, 2022. doi:10.29327/261865.3.3-1
- CPRH., 2003. Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos. Diagnóstico socio-ambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife, Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos, 214p.
- Silva Henriques, D., & de Medeiros Alves, A., 2023. Geodiversidade e geoturismo no Semiárido Potiguar: mapeamento de geossítios em Alexandria-RN, Brasil. GEOgraphia,

- 25(54). doi: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2023.v25i54.a49065>
- Embrapa, 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2 edição. Rio de Janeiro; Brasília, 306p.
- Embrapa, 2000. Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Município de Araripina, PE. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1:100.000.
- Embrapa, 1997. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 1997. 212p.
- Ferreira, B. 2014. Geodiversidade do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado - Pós-Graduação em Geociências, do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco.
- Ferreira, F.V.F.; Silva, H.V.M.; Aquino, C.M.S., 2021. Geoconservação e atividades geoeducativas para a valorização de geomorfossítios nos municípios de Assunção do Piauí e São Miguel do Tapuio, PI. Revista Equador, Teresina, v. 10, n. 1, p. 203-221. doi: <https://doi.org/10.26694/equador.v10i01>
- Ferreira, A.G., Mello, N.G.S. 2005. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, No 1.
- Furtado, T.V.; Valdati, J., 2023. Geodiversidade na educação básica. Geografia Ensino & Pesquisa, [S. l.], v. 27, p. e72139, 2023. doi: 10.5902/2236499472139. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/72139>. Acesso em: 8 jan. 2024.
- Gama, E.S., Guimarães, T.O., Lyra, L.H.B. 2021. Potencial Geoturístico das Ilhas Fluviais do Submédio São Francisco. Estudos Geológicos vol. 31(2). doi: <https://doi.org/10.18190/estudosgeologicos.v31n2p87-108>
- García-Cortés, Á., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E.; Vegas, J. 2014. Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). IGME, 64 pp.
- Gonçalves, S.E.C.; Alvim, A.M.M.; Carvalho, P. F.B., 2023. Geodiversidade paisagística para o geoturismo: Mapeamento quantitativo indireto da geodiverdidade. Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade, [S. l.], v. 5, n. 01, p. 205–225. doi: 10.46551/rvg2675239520231205225. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/verdegrande/article/view/6396>. Acesso em: 9 jan. 2024.
- Google Earth Pro. [S.l.], 2009. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 07 mar. 2023.
- Gray, M. 2019. Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society. International Journal Of Geoheritage And Parks, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 226-236, dez. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3502050>.
- Guimarães, T.O., Mariano, G., Sá, A.A. 2016. Beachrocks of Southern Coastal Zone of the State of Pernambuco (Northeastern Brazil): Geological Resistance with History. Geoheritage. doi: <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0181-4>.
- Guimarães, T.O.; Mariano, G.; Sá, A.A. 2017a. Jogos “geoeducativos” como subsídio à Geoconservação no litoral sul de Pernambuco (NE Brasil): uma proposta. Terrae Didactica, Campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 30–42, doi: <https://doi.org/10.20396/td.v13i1.8648626>.
- Guimaraes, T.O., Mariano, G., & Sá, A.A.A. 2017b. Geoturismo: proposta de valorização e sustentabilidade territorial alternativa ao turismo de “sol e praia” no litoral sul de Pernambuco – Brasil. Ciência E Sustentabilidade, 3(1), 33-57. doi: <https://doi.org/10.33809/2447-4606.31201733-57>.
- Guimarães, T.O., Mariano, G., Barreto, A., Sá, A.A. 2017. Beachrocks of Southern Coastal Zone of the State of Pernambuco (Northeastern Brazil): Geological Resistance with History. Geoheritage 9, 111–111 doi: <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0181-4>
- Guimarães, T.O. 2016. Patrimônio geológico e estratégias de geoconservação: popularização das geociências e desenvolvimento territorial sustentável para o litoral sul de Pernambuco (Brasil). Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Guimarães, T.O., Mariano, G. 2014. Uso de trilhas como recurso didático: abordagem interdisciplinar no ensino das Geociências. Estudos Geológicos. 24(1):89-103. doi: <https://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v26n3p1-47>.

- Guimarães, T.O., Mariano, G.; Sá, A.A. 2013. Geoturismo en el Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti - Cabo de Santo Agostinho - Pernambuco - Brasil: Sendero Forte Castelo do Mar. Em Anais do I Simposio Argentino de Patrimonio Geologico, Geoparques y Geoturismo III Encuentro 263 Latinoamericano de Geoparques. San Martín de Los Andes, provincia de Neuquén, República Argentina.
- Henriques, D.S.; Medeiros, J.F.; Medeiros, W.D.A. 2022. Geodiversidade, geopatrimônio e geoturismo aplicado às formas de relevo da Microrregião de Pau dos Ferros (RN, Brasil). *PerCursos*, Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 219 - 250. doi: <https://doi.org/10.5965/1984724623522022219>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2021. Estimativa populacional - Pernambuco.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2020. Área Territorial Oficial - Consulta por unidade da Federação.
- Koppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 478p.
- Krüger, G., & Guimarães, G.B., 2023. A geodiversidade na geografia escolar da Rede Estadual de ensino do Paraná. *Terrae Didactica*, 19(00), e023023. doi: <https://doi.org/10.20396/td.v19i00.8673855>
- Lima Filho, M.F.; Barbosa, J.A.; Neumann, V.H.M.L.; Souza, E.M. 2005. Evolução estrutural comparativa da Bacia de Pernambuco e da Bacia da Paraíba. In: *Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, 5, Curitiba. *Boletim de Resumos Expandidos*, Curitiba, SBG, p. 45-47.
- Lima Filho, M.F.; Souza, E.M., 2001. Marco estratigráfico em arenitos calcíferos do Campaniano da Bacia Paraíba: estratigrafia e significado paleoambiental. *XIX Simp. Geol. Nord. Anais*, 87-88.
- Lima Filho, M.F. 1998. *Análise Estrutural e Estratigráfica da Bacia Pernambuco*. Programa de Pós Graduação em Geologia. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 139 p.
- Mabesoone, J.M., Alheiros, M.M. 1993. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic connection. *Geologie en Mijnbouw*, Kluwer Academic Publishers. 71:351-362.
- Mabesoone, J.M., Alheiros, M.M. 1988. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. *Rev. Bras. Geoc.* São Paulo. 18(4):476-482.
- Macedo, M.H. de F.; Jardim de Sá, E.F.; Sá J.M. 1984. Datação Rb-Sr em ortognaisses e idade do grupo Seridó. *Simpósio de Geologia*, Natal RN. *Boletim do Núcleo do Nordeste da SBG* (9) P. 253-262.
- Machado, G. Florentino Junior, E., 2021. Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: uma discussão sobre a valoração e a conservação do patrimônio natural. *OKARA: Geografia em debate*, v. 15 n. 2, p. 125-147. doi: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2021v15n2.57744>.
- Martins e Souza, L.P.; Weissheimer de Borba, A.; Ricardo Furlan, A.; Lopes da Silva, E., 2023. O caráter geopatrimonial das mesetas e morrotes de São Pedro do Sul e São Vicente do Sul (centro-oeste do Rio Grande do Sul/Brasil). *Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente*, Guimarães, Portugal, v. 5, n. 1, p. 65-87. doi: [10.21814/physisterrae.5374](https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/5374). Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/5374>. Acesso em: 5 jan. 2024.
- Meira, S.A.; Da Silva, E.V. 2021. Índice de geodiversidade do parque nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 35-40. doi: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID20534>.
- Meira, S.A.; Arnedo, M.T.E.; Nascimento, M.A.L. Do; Silva, E.V., 2020. O potencial educativo do patrimônio geológico: estudo sobre o geossítio Sítio do Bosco. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais*, Fortaleza, v. 11, p. 162-179. doi: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.870>.
- Meira, S.A., Morais, J.O., 2016. Os conceitos de geodiversidade, Patrimônio geológico e geoconservação: Abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. *Bol. geogr., Maringá*, v.34, n.3, p.129-147. doi: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v34i3.29481>.
- Morais, D.M.F., 2005. *Geologia da porção central da Sub-Bacia de Olinda, Bacia da Paraíba*. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia.
- Oliveira, D.S., 2007. Fósseis e paleoambientes da formação Gramame, Maastrichtiano da Bacia

- da Paraíba, Pedreira do Roger, João Pessoa – PB. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Pereira, D.I.; Pereira, P.; Brilha, J.; Santos, L., 2013. Geodiversity assessment of Paraná State (Brazil): An innovative approach. *Environmental Management*, v. 53,n.3, p. 542-552. doi: <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0100-2>.
- Pernambuco. 2006. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Recife: SECTMA, 104 p.
- Pernambuco. 2008. Plano estratégico de recursos hídricos e saneamento. Recife. Recife: SRH, 112 p.
- Rand, H.M., Mabesoone, J.M., 1982. Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleogeology*, 38: 163-183.
- Rand, H.M., 1976. Estudos geofísicos na faixa litorânea ao Sul de Recife. Tese de Livre Docência. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 112 p.
- Rand, H.M., 1978. Análise gravimétrica e magnetométrica da estrutura superficial da faixa costeira do Nordeste brasileiro. *Anais XXX Cong. Bras. Geol.* Recife, PE. 5: 2336-2346.
- Rapanelli, R.V.; Feger, J.E.; Fernandes, L.A., 2021. Experiência de geodiversidade do turista no Parque Nacional do Iguaçu (Paraná, Brasil). *Revista Turismo em Análise*, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 389-412. doi: [10.11606/issn.1984-4867.v32i2p389-412](https://www.revistas.usp.br/rta/article/view/184867.v32i2p389-412). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rta/article/view/184867.v32i2p389-412>. Acesso em: 8 jan. 2024.
- Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)., 2010. Mapa da Geodiversidade do Estado de Pernambuco. Serviço Geológico do Brasil. 1:500.000.
- Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)., 2003. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Brasília, 2003. Capítulo V.
- Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)., 2001. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco. Ministério de Minas e Energia. Recife – PE.
- Santo, C.M.E.; Andrade, M.M.N.; Costa, J.A.; Machado, D.S.; Lopes, W.F., 2021. Perspectivas sobre a valorização da geodiversidade e a geoconservação na Amazônia. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 22, n. 82, p. 273–291. doi: [10.14393/RCG228256036](https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/56036). Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/56036>. Acesso em: 8 jan. 2024.
- Santos, E.M., 2016. A geoconservação como ferramenta para o desenvolvimento Sustentável em regiões semiáridas: estudo aplicado à mesorregião do agreste de Pernambuco, nordeste do Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências.
- Santos, E.J., 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Belém do São Francisco. Folha SC.24-X-A. Estado de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Escala 1:250.000. Geologia e metalogênese. Recife: CPRM, 2000.
- Santos, E.J., 1996. Ensaio preliminar sobre a geologia os terrenos e acrescionária na Província da Borborema. In Congresso Brasileiro de Geologia 39, Salvador. Anais. v.7 p. 47-50.
- Santangelo, N., Valente E., 2020. Geoheritage and Geotourism Resources. *Resources*, 9(7):80. doi: <https://doi.org/10.3390/resources9070080>
- Silva, H.V.M.D., Aquino, C.M.S.D., Duque, M.L., & Sousa, A.R.D., 2023. Estudos aplicados sobre geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo no Estado do Piauí, Brasil. *Revista Homem, Espaço E Tempo*, 16(1), 30–49.
- Sousa, S.G., Santos, L.F.L., Silva, V.T., Arruda, I.R.P., Listo, D.G.S., 2019. Análise geomorfológica do município de Quipapá - zona da mata de Pernambuco. *Revista Equador (UFPI)*, 8, 436-448. doi: <https://doi.org/10.26694/equador.v8i2.9262>.
- Souza, E.M., 2006. Estratigrafia da sequência clástica inferior (Andares ConicianoMaastrichtiano Inferior) da Bacia da Paraíba e suas implicações paleogeográficas. Tese (Doutorado) -Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 375 p.
- Souza, E.M., 1999. Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia da Paraíba. Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado, 152p.
- Tavares, V.C.; Arruda, Í.R.P.; Silva, D.G., 2019. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. *Geosul*, Florianópolis, 34, 385-405. doi:

<https://doi.org/10.5007/21775230.2019v34n70p385>.

- Topan, J.G.O., 2018. Caracterização tectono-estratigráfica da sub-bacia olinda, bacia Paraíba e embasamento adjacente, NE do Brasil. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências.
- Vallerius, D.M., Santos, L.A., VMota, H.G.S., 2020. Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: possibilidades de ações geoeeducativas no ensino de Geografia. *Revista Humanidades & Inovação*, v.7, n.13.
- Vital, S.R.O., Barreto, A.M., Sallun Filho, W., Santos, C.L., 2020. Método para identificação e caracterização morfométrica de depressões fechadas em áreas de carste subjacente: exemplo da Bacia Sedimentar da Paraíba, Brasil. *Physis Terrae*, Vol. 2, nº 2, 127-143. doi: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.3103>.
- Xavier, M.W., 2007. Caracterização geomorfológica, sedimentológica e aspectos ambientais do litoral de Goiana, Pernambuco. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências.