



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ÍTALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA**

**GEODIVERSIDADE DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO:  
Inventário (qualificação e quantificação) do geopatrimônio e propostas de geoconservação**

**TESE DE DOUTORADO**

**2020-2024**

Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária CEP: 50740-530, Recife-PE -  
Fone/Fax: (81) 2126-8726 / 2126-8902 Email: ppgeoc@ufpe.br/  
Homepage: <http://www.ufpe.br/ppgeoc/>



ÍTALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA

Licenciatura em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco – CFCH/DCG, 2017  
Especialista em Metodologia do Ensino da Geografia – Uniasselvi, 2020  
Especialista em Gestão e Educação Ambiental – Uniasselvi, 2020  
Especialista em Docência no Ensino Superior – Uniasselvi, 2021  
Mestre em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco – CFCH/DCG/PPGEO, 2020  
Doutor em Geociências – Universidade Federal de Pernambuco – CTG/DG/PPGEOC, 2024

**GEODIVERSIDADE DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO:  
Inventário (qualificação e quantificação) do geopatrimônio e propostas de geoconservação**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geociências – PPGEOC, área de concentração do programa: Geologia sedimentar e ambiental, linha de pesquisa: Geologia aplicada e patrimônio geológico, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como quesito para obtenção do título de Doutor em Geociências.

Orientador: Prof. Dr. Gorki Mariano

Coorientadora: Profa. Dra. Thaís de Oliveira Guimarães

Recife – PE

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Arruda, Ítalo Rodrigo Paulino de.

Geodiversidade do litoral norte de Pernambuco: Inventário (qualificação e quantificação) do geopatrimônio e propostas de geoconservação / Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda. - Recife, 2024.

368 f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2024.

Orientação: Gorki Mariano.

Coorientação: Thaís de Oliveira Guimarães.

Inclui referências, anexo e apêndices.

1. Geoeducação; 2. Geoturismo; 3. Litoral pernambucano; 4. Patrimônio geológico; 5. Popularização das Geociências. I. Mariano, Gorki. II. Guimarães, Thaís de Oliveira. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

ÍTALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA

**GEODIVERSIDADE DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO:  
Inventário (qualificação e quantificação) do geopatrimônio e propostas de geoconservação**

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Gorki Mariano (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dra. Carla Joana Santos Barreto (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo (Examinadora Externa)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Suedio Alves Meira (Examinador Externo)  
Universidade Federal do Piauí

---

Prof. Dr. Marcelo Martins de Moura-Fé (Examinador Externo)  
Universidade Regional do Cariri

---

Prof. Dra. Luciana Freitas de Oliveira (Examinadora Externo)  
Universidade de Pernambuco

Dedico este trabalho ao meu Deus;  
Aos meus pais, familiares e amigos;  
Professores, mestres e aos meus alunos.  
Vocês são imprescindíveis!  
Isso aqui é nosso!

*Um passo à frente todos os dias.  
É tri, é tri, é Tricampeão!*

## AGRADECIMENTOS

A arte de agradecer transcende diversas barreiras resultando na simplicidade do gesto; é um dom especial que toca o divino, um sussurro poético da alma que transforma sentimentos em palavras repletas de luz e verdade. E é com essa profunda reverência que me proponho a expressar de forma singela minha gratidão àqueles que, com sua presença, fé e bondade, iluminaram os variados caminhos que trilhei. Confesso em lágrimas que encontrar as palavras certas para traduzir esse reconhecimento é uma tarefa quase impossível neste momento em que escrevo os agradecimentos finais desta Tese de Doutorado. Não por temer esquecer algum nome que entrelaçou sua jornada à minha, mas pela grandeza de tentar transformar em palavras a vastidão do meu sentir, da minha gratidão e da resiliência que me guiou até aqui.

Ser claro ao expressar toda a minha gratidão é um desafio profundo, pois cada gesto, ajuda, olhares, apoio e cada palavra dificilmente pode traduzir a totalidade do que sinto por todos que caminharam ao meu lado de forma indireta e direta, seja na jornada acadêmica, profissional e pessoal. Foram quatro anos intensos, plenos de vida de muitas alegrias, medos, desabafos e resiliência. Desde os primeiros e tímidos passos em direção à escola primária, no final da década de 90, até o ousado e altivo voo ao "Doutorado", passando por enormes conquistas em diversos concursos na Educação Básica e no nível superior, fui agraciado pela presença de almas generosas que deixaram marcas indeléveis na minha trajetória enquanto pessoa nessa Terra maravilhosa, permitindo-me crescer e evoluir e ser uma pessoa de tantas referências. Seus nomes, são muitos para serem todos citados aqui, mas que estão gravados no meu coração e nas minhas lembranças, onde serão eternamente reverenciados.

Importante!!! Por onde passei ao longo dessa caminhada, cada nome que cruzou meu caminho não é apenas uma pessoa, mas um símbolo vivo que enriqueceu minha existência e moldou a pessoa que sou: filho, irmão, tio, padrinho, acadêmico, professor, educador, alfabetizador, pesquisador e amigo. Porém, há aqueles cujas presenças constantes e apoios inabaláveis merecem ser exaltados, pois sem eles, este trabalho árduo jamais teria se concretizado. A cada passo, ao encontrar sorrisos e mãos estendidas, sinto a gratidão jorrar de mim, como um rio que não conhece margens. Cada encontro, cada palavra de incentivo, cada gesto de bondade foi uma joia rara, adornando minha jornada com brilho e significado. Hoje, com o coração

transbordando e a alma engrandecida, deixo aqui meu mais profundo e eternos agradecimentos, que ecoa como um suave lamento de reconhecimento e emoção.

Vamos lá! ♥

Imensamente e infinitamente ao meu Deus! Eu só tenho a agradecer! Toda honra e toda glória somente a Ti, perante a Ti. Oh meu Jesus! Obrigado Senhor! Quem está sempre comigo sabe a quantidade de vezes que reforço que eu só tenho que agradecer a Deus por tudo.

Aos meus pais, em especial, a minha mãe Rosicleide Tavares de Melo Arruda, por todo o apoio e dedicação durante a minha caminhada de vida. Ao meu Pai Itamar Arruda e ao meu irmão Itamar Junior. Ao meu Pai adotivo, Gilvan Santana (*in memoriam*) por todo o apoio, credibilidade e por sempre acreditar no meu sucesso. Sei que do céu ele está contente com o filho dele. Ele com certeza iria divulgar esse material aqui com todos os amigos e conhecidos dele (e reforçando sempre o orgulho dele por mim).

Á todos os meus familiares, irmão, avós maternos e paternos (*in memoriam*), tios(as), primos(as), padrinhos e madrinhas, afilhados, agregados amigos e colegas próximos. Um beijo e abraço no coração de todos(as). Amo todos vocês!!!

Ao meu amigo grandioso e admirável orientador Prof. Dr. Gorki Mariano, por ter me aceitado, acreditado e orientado nesse trabalho acadêmico de grande importância a Geodiversidade de Pernambuco. Muitíssimo obrigado pelo voto de confiança, pelas conversas, sugestões, correções, pelo compromisso e todas as oportunidades. Tenho muito o que aprender ainda com você. Teremos muitos trabalhos pela frente. Vamos simhora!!!

A minha coorientadora Profa. Dra. Thaís de Oliveira Guimarães, por todo carinho e apoio em diversos momentos e pelos apoios acadêmicos. Agradeço-te por todas as nossas conversas, aos desabafos e atenção de sempre. Agradeço-te por me apresentar a “Geodiversidade” ainda na graduação. As trocas de informações Brasil e Portugal, nas noites frias e madrugadas sofridas, foram de suma importância para criação desse vínculo. Jamais imaginei que iria tão longe com essa temática incrível. Meu muitíssimo obrigado!

A minha orientadora Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo, por ter me aceitado, acreditado e orientado desde a graduação até ao mestrado. O Mestrado foi algo fora do contexto... temos boas histórias! Meu muitíssimo obrigado pelo voto de confiança, pelas conversas, sugestões, gargalhadas, comentários (kkkk), correções, pelo compromisso e todas as oportunidades. Obrigado por fazer parte do meu crescimento como cidadão, professor e pesquisador. Você foi

imprescindível na conclusão dessa tese. Na realidade, foram muitos campos raiz... Gratidão por tudo!

À Banca examinadora da qualificação, por todas as sugestões e contribuições para melhoria desse trabalho. Em especial, ao Profa. Dra. Carla Joana Santos Barreto, Prof. Dr. Artur Agostinho Abreu Sá, Profa. Dra. Maria da Glória Motta Garcia e ao Prof. Dr. Marcos Antônio Leite do Nascimento por terem aceito o convite à formação da banca examinadora e pelas arguições que foram cruciais para o desenvolvimento e conclusão dessa tese. Meu muitíssimo obrigado a todos vocês!!!

Nesse momento, agradecimento estendido a banca examinadora do trabalho final listada na folha de rosto acima. Ciente de que a contribuição de todos vocês serão de suma importância para melhoramento desse trabalho e todos os outros produtos/materiais que irão surgir.

A todos os colaboradores do grupo de Pesquisa em Geodiversidade de Pernambuco – UFPE. Aos colegas colaboradores da Rede de Estudos: Geodiversidade, Geocomunicação e Sustentabilidade-REGECOS/UPE. Ao Grupo de Pesquisa em Geodiversidade, Paisagem e Patrimônio/UPE. Muito feliz com a popularização das geociências em nosso estado e por fazer parte dessa disseminação de conhecimento nos ambientes formais e não formais de ensino. Viva a Universidade Pública! Viva a Educação! Viva ao SUS! Viva a Democracia!

Ao Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC) da UFPE, e aos amigos e colegas que ali fazem parte e aos que construí uma parceria. Aos grupos parceiros do GEOTEC: Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies – ENPLAGEO e ao Grupo de Estudos em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental – GEODEQC.

Ao Prof. Dr. Andre Weissheimer de Borba pelo compartilhamento teórico de grande ajuda e necessidade, e pela aprendizagem na disciplina “GEP9273A - T.E. EM GEOQUÍMICA: GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, GEOCONSERVAÇÃO” ofertada pelo programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ao Prof. Dr. Jose Antonio Barbosa (PPGEOC/UFPE) pelos esclarecimentos e bons diálogos referentes a Bacia Sedimentar da Paraíba. Sua ajuda na delimitação foi crucial para o levantamento das áreas de interesse da Geodiversidade.

A todos os professores, amigos e colegas colaboradores do livro intitulado de: GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO. Trabalho fruto dessa tese de doutorado. Gratidão pela

cooperação de todos os profissionais envolvidos. Esse trabalho foi incrível e em breve estará sendo usado nas aulas de Geografia, Geologia e áreas afins.

Ao site e instagram: Geopatrimônio de Pernambuco fruto também dessa tese de doutorado. E a todos os colaboradores dessas páginas. A popularização das Geociências em nosso estado começou, avançou e não iremos parar por aqui. Vaaaaamos em frente! Um pequeno passo todos os dias cheios de grandes ações e emoções.

Meus agradecimentos aos amigos de jornada acadêmica: Ao Prof. Me. Gerlando Rodrigues de Lima (meu amor-amigo da graduação), a Profa.Ma. Keila Suzana Glicério de Assis, a Profa. Ma. Larissa Furtado Lins dos Santos, a Profa. Dra. Viviane Pedroso Gomes, ao Prof. Me. José Fabio Gomes da Silva, a Me. Maria Luísa Gomes da Silva, a Me. Sinara Gomes de Sousa e muitos outros. Esses foram da academia para a vida! A querida amiga Profa. Ma. Karina Castro pelo amor assim como eu a geodiversidade, aos trabalhos, cooperação e parcerias.

A minha grande e imensurável amiga Profa. Ma. Viviane Trajano da Silva. Eu jamais poderia deixar de agradecer a você! Pessoa de muita luz! Gratidão a Deus pela sua vida! Você foi uma das melhores coisas da academia (desde a graduação até o meu mais alto voou na academia). Nossos campos, nosso cuscuz, as bicadas e as enrolações. Amo ser seu amigo! Vivemos um bocado juntos e temos muitas memórias para recordar. Saudades das lembranças que a gente ainda vai construir juntos. Obrigado por ser você, sempre!

Aos colegas e amigos Prof. Dr. Carlos de Oliveira de Bispo (SEDUC/PB - ITEP/PE) pela ajuda, ensinamentos, falas de esperança e ajuda mútua nessa tese e nos concursos. Ao mais novo amigo Prof. Dr. Eduardo Paes Barreto (ITEP/PE) pelas recentes contribuições, publicações e ajudas infinitas. Gratidão por tudo a vocês dois que tanto inspiram-me no mundo acadêmico e profissional! Ao Prof. Dr. Suedio Meira pela ajuda em alguns materiais e conversas compartilhadas.

Aos meus bons e imensuráveis amigos de A a Z por me aguentarem nesse período de estresse... e por me compreenderem nos dias e farras que estive ausente. De forma mais especial a a minha amiga Profa. Lindaci Cavalcanti que tanto aconselhou-me, ouviu-me, escutou-me, orou, abraçou-me e por todas as vezes e imensuráveis vezes que estive ao meu lado. Gratidão!

A todos os amigos e colegas que construí na Escola Municipal Pio X entre os anos de 2017 a 2021). Em especial a Profa. Esp. Elizabeth Suel e a Profa. Esp. Dijanete Carneiro com quem aprendi bastante e foram fontes de inspiração por uma educação de qualidade. Amo vocês minhas

eternas amigas e advogadas. A queridíssima Profa. Dra. Maria Zélia de Santana por tanto aprendizado. Pessoa de luz e de muita honra. Gratidão por tudo Draaaaaaa (bigoduda).

Aos queridíssimos colegas e amigos da Escola Municipal Ernesto Ribeiro (2022). Em especial, a minha eterna secretaria escolar Profa Ana Valéria e aos demais com quem tive a oportunidade de conhecer e trabalhar. A minha gestora leoa e de pulso firme, Profa. Maria José Cabral de Arruda (Mery Arruda) meu muitíssimo obrigado pela confiança depositada em ser seu Supervisor Escolar/Coordenador Pedagógico durante esse ano de muito aprendizado e desafios. A Coordenadora Ellyanna Carvalho pela parceria e companheirismo.

Aos bons amigos da Escola Estadual Aluísio Germano (2021, 2022). Em especial a minha Diretora Profa. Ma. Ana Flávia Rêgo. E, também, aos meus amores: Profa. Juliana, Profa. Vaneide; Profa Erica; Prof. Felipe; Prof. Milton; Profa Berna; Prof. Claudionor; Profa Neuzinha; Profa Ana Patricia; Profa Nadia; Profa. Adelma; Profa. Lohwanna e tantos outros.

Gratidão a todos os meus alunos da Educação Básica e Ensino Superior. Vocês foram cruciais para o meu crescimento profissional e acadêmico. A experiência do ensino e aprendizagem foi e é inenarrável. Eu amo ensinar e aprender! Por amor a Geografia e a Pedagogia!

Aos queridos colegas e amigos de trabalho do Centro Universitário Planalto do Distrito Federal, campus Carpina/PE. Em especial, ao meu Coordenador Geral Anderson Monteiro por toda ajuda, colaboração, cooperação e amizade. Ao querido João Neves pela ajuda inenarrável durante esse tempo na instituição. Em especial, aos meus eternos alunos dos cursos de Pedagogia, Educação Física e Enfermagem. Com vocês, a arte de ensinar florescia e transbordava amor, como rios perenes que nunca cessam de correr. Cada aula era um encontro de corações, onde o conhecimento se entrelaçava com o afeto e a dedicação, construindo pontes que eternizam nosso caminhar juntos.

Por meio da Uniplan conheci alunos incríveis e que amava a Pedagogia tanto quanto eu. Assim, surgiram meus filhos pedagógicos e amigos de profissão, de trabalho e da vida: 1) Profa. Esp. Kamilla Vanessa Américo Coutinho Sabino de Melo, e 2) Prof. Esp. Eudis Correia da Silva. Minha gratidão a vocês dois!

Aos amigos do concurso de Fortaleza/2022 na qual construí uma amizade incrível. As queridas: Profa. Jainara; Profa. Carmem; Profa. Janaina Santana; Profa. Graça; Profa. Jamilly e aos amigos queridíssimos: Prof. Iago; Prof. Matheus; Prof. Jueme; Prof. Adisson; Prof. Juan, Prof. Esp. Marcelo Mendes.

Aos colegas e amigos da Escola Municipal Almerinda de Albuquerque (Fortaleza/CE) (2023). Em especial, a amiga Profa. Nádja Ully, Profa. Silvia; Profa. Livia; Profa. Tereza; Profa. Isabela, Profa. Ana Celia, Profa. Aline Saraiva; Profa. Keyla; Profa. Mônica; Profa. Rosimeire; Profa. Adriana; Profa. Janice; Profa. Thaisa; Profa Marilack e tantos outros. Foi um ano de muito aprendizado com vocês! Obrigado por arquecerem meu coração em tempos tão frios.

Na oportunidade, quero agradecer imensamente a amiga Luiza Fonteneles (minha ex e para sepre secretária) que estendeu a mão para mim de forma impar e de um momento tão importante. Estendo o agradecimento a sua irmã Bete que foi tão especial. Vocês foram anjos! Agradeço a Deus pela vida de vocês! Obrigado por tanto!

Na oportunidade, a amiga Profa. Esp. Nadja Ully Martins Paula pelo carinho e amizade. Gratidão pela ajuda grandiosa que fizestes por mim. Obrigado por tudo e pelo tanto imensurável que fizestes em minha vida. Amo ser amigo dela que consome *São Braz* achando que é vinho importado. Amo você!

Aos amigos e colegas da Escola Municipal Johnson (Fortaleza/CE) (2024). Em especial ao meu secretário Lennon, a minha gestora Profa. Mônica Sampaio, as minhas coordenadoras Niedja Amorim e Dalayne, e em especial, a minha da Sala de Recursos Multifuncionais/Atedimento Educacional Especializado. Na ocasião, aos meus amores: Débora Loiola; Carlos Vinicius e Samylle Dantas. Com vocês o café da manhã sempre foi especial. Gratidão por tudo!

Aos meus amores Samylle Dantas e Priscilla Menezes pela estadia provisória em Fortaleza/CE. Foram momentos ímpares e que jamais serão esquecidos. Obrigado por tanto!!

Aos bons e queridíssimos: Helton Danilo Rocha dos Santos; Thanandra Martins; Maria Aline Freitas; Mario Vinicius; Tia Cleide (Aninha); Tio Mário (Pai); Ailton Paulo (Pastor) e a toda sua família;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências/CTG/UFPE, aos professores, colegas, amigos e toda equipe. Agrecimento especial ao meu amigo Me. Emmanuel de Franco Neto; a colega de aprovação do doutorado Damares e a Rodrigo Ranulpher. Gratidão especial ao Secretário Krisnamuti por todo apoio e auxílio. A querida Dra. Ivaneide Santos pelo suporte com o material em 3D e pela disponibilidade em ajudar sempre que possível. A minha colega Dra. Edjane Santos pela ajuda em alguns trabalhos.

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Capes, pelo apoio financeiro a pesquisa, através da concessão da bolsa a nível de Doutorado. A Universidade Federal de Pernambuco por todo incentivo desde a graduação até o doutorado.

Agradeço ao Presidente Luiz Inácio Lula da Silva e a todos os colaboradores de estado por terem direcionado atenção, crescimento e desenvolvimento para as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Expresso também minha gratidão a todos os professores, cientistas, pesquisadores e cidadãos que têm resistido aos ataques contra a educação e saúde pública promovidos pela maioria dos representantes que querem sucatear/desmontar esses pilares tão significativos. Embora essa luta seja desafiadora, acredito que, com perseverança, alcançaremos a vitória. Não iremos desistir do Brasil.

E a todas as pessoas que mesmo aqui não citadas, direta ou indiretamente, contribuíram com a minha caminhada. Foram quatro anos de muitas histórias, altos e baixos... mas, que só me fortaleceram. E eu não irei parar por aqui. Acompanhem!

**“A CASA GRANDE SURTA QUANDO A SENZALA APRENDE A LER E  
ESCREVER, IMAGINE QUANDO UM DE NÓS VIRA DOUTOR”**

Tem Mestre e Doutor com diploma na Família Tavares e Arruda, sim!

Que honra carregar esses títulos como pioneiro na família.

Com muito orgulho, filho de ex-empregada doméstica.

Com orgulho, filho de mototaxista.

Meu muito obrigado a todos!

Prof. Ítalo Arruda

*“Da mesma forma como uma velha árvore registra em seu tronco a memória de seu crescimento e de sua vida, assim também a Terra guarda a memória do seu passado. Uma memória gravada em níveis profundos ou superficiais. Nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, a Terra preserva uma memória passível de ser lida e decifrada”.*

***Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra***

(...) “O nordeste do Brasil é região antiga  
Cheia de muitas histórias e intrigas  
Brigas de cangaceiros, santos e arruaceiros  
Mas, preste atenção, a geologia da região  
Essa é antiga, velha que só o cão  
Afirmo, reafirmo e não me engano  
Tem rocha com dois bilhões de anos” (...)  
**Gorki Mariano**<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Recorte do Livro Força Interna – Poesia intitulada de “A TERRA TREMEU (PERNAMBUCO TREMEU)”. Disponível em: <http://gmariano.com.br/index.htm>; Acessado no dia 27 de dezembro de 2022.

## RESUMO

A geodiversidade, principal temática deste trabalho, reúne em um determinado geoambiente diversos elementos abióticos com aspectos científicos, culturais, históricos, sociais e educativos que habitualmente são explorados, mas que precisam constatemente serem conservados para as futuras gerações, pois muitos, são testemunhos da evolução da gênese e dos processos de modelagem do planeta Terra. O estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, é uma região vasta no que se refere aos elementos abióticos e estes precisam ser catalogados, analisados e compreendidos dentro das discussões da geodiversidade e suas respectivas abordagens. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi a identificação, qualificação e quantificação dos principais elementos da geodiversidade da zona costeira Norte do estado de Pernambuco – Nordeste do Brasil, em específico, as pertencentes da Bacia Sedimentar da Paraíba – Sub-bacia de Olinda, seguido da inventariação do geopatrimônio orientado por seus valores e especificidades, da promoção do espaço ao geoturismo, práticas sustentáveis e educacionais. Para que isso fosse possível, foi necessário um levantamento das principais áreas de interesse dos aspectos litológicos, geomórficos e outros, descrição das unidades, elaboração de banco de dados e fichas de inventário, análises qualitativas e quantitativas, e da interação dos valores educacionais, históricos, sociais e culturais da região associados ao geoturismo e a geoeducação. A proposta baseou-se em uma apresentação de segmentos viáveis de geoconservação com a promoção de atividades de cunho educacional, cultural e científica, desenvolvimento do geoturismo, inventariação de geossítios e ampla divulgação das geociências dentro das novas tecnologias informacionais somada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável proposta pela Organização das Nações Unidas. Assim, com essa pesquisa foi possível ampliar e inserir a área litorânea norte no *rool* de estudos envolvendo a temática norteadora visando a promoção desse espaço geográfico. Como resultado foram inventariados 14 geossítios, sendo a maioria de relevância nacional e dois internacionais. Sabe-se que o território pernambucano, em específico o litoral, possui grande potencial como patrimônio geológico, geomorfológico, paleontológico, hidrográfico e pedológico atrelado as fortes rugosidades de contrastes históricos, culturais e sociais já existentes, assim como ao turismo de sol e praia aqui já estabelecidos e bastante consolidado que necessitam fortemente de medidas conservacionistas, ecológicas, sustentáveis, educacionais e econômicas. Assim, reforçou-se também a importância de estratégias de geoconservação com base principalmente na geoeducação para que estas e as próximas gerações continuem a usufruir desses elementos da paisagem que contam uma história de evolução e mudanças, além da promoção do patrimônio local e da importância da responsabilidade ambiental.

Palavras-Chave: Geoeducação; Geoturismo; Litoral pernambucano; Patrimônio Geológico; Popularização das Geociências.

## ABSTRACT

Geodiversity, the main theme of this work, encompasses various abiotic elements within a given geoenvironment, incorporating scientific, cultural, historical, social, and educational aspects. These elements are commonly exploited but must be constantly conserved for future generations, as many of them serve as witnesses to the evolution of the Earth's genesis and shaping processes. The state of Pernambuco, in northeastern Brazil, is a vast region rich in abiotic elements, which need to be cataloged, analyzed, and understood within the discussions of geodiversity and its respective approaches. Thus, the aim of this research was to identify, qualify, and quantify the main elements of the geodiversity in the northern coastal zone of Pernambuco—northeastern Brazil, specifically those belonging to the Paraíba Sedimentary Basin—Olinda Sub-Basin. The study also sought to inventory the geoheritage based on its values and specificities, promoting the region for geotourism, sustainable practices, and educational activities. To achieve this, it was necessary to conduct a survey of key areas of interest regarding lithological, geomorphic, and other aspects, describe the units, create a database and inventory records, perform qualitative and quantitative analyses, and examine the educational, historical, social, and cultural values of the region in association with geotourism and geoeducation. The proposal was based on presenting viable geoconservation strategies, including educational, cultural, and scientific activities, developing geotourism, inventorying geosites, and broadly disseminating geosciences through new informational technologies aligned with the United Nations' Sustainable Development Goals. This research expanded the inclusion of the northern coastal area in the scope of studies on the guiding theme, aiming to promote this geographical space. As a result, 14 geosites were inventoried, most of which were of national relevance, with two having international significance. The Pernambuco territory, particularly the coastal area, is known to have great potential as geological, geomorphological, paleontological, hydrographic, and pedological heritage. This potential is intertwined with the significant historical, cultural, and social contrasts already present, as well as the well-established and consolidated sun-and-beach tourism in the region. These elements strongly require conservationist, ecological, sustainable, educational, and economic measures. Thus, the research emphasized the importance of geoconservation strategies, primarily based on geoeducation, to ensure that current and future generations continue to benefit from these landscape elements, which tell a story of evolution and change. Additionally, it promoted the local heritage and underscored the importance of environmental responsibility.

Keywords: Geoeducation; Geotourism; Pernambuco Coastline; Geological Heritage; Popularization of Geosciences.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização dos municípios do Litoral Norte de Pernambuco. ....	31
<b>Figura 2</b> - Índice de Geodiversidade proposto para o Estado de Pernambuco. Em laranja, localização da área de estudo .....	33
<b>Figura 3</b> - Arcabouço tectônico do Domínio Transversal da Província Borborema. ....	43
<b>Figura 4</b> - Mapa regional do Terreno Rio Capibaribe (TRC). Observa-se a leste a Bacia Paraíba. ....	45
<b>Figura 5</b> - Identificação da Bacia Sedimentar da Paraíba.....	46
<b>Figura 6</b> - Aspectos Geológicos do Litoral Norte de Pernambuco.....	50
<b>Figura 7</b> - Aspectos geomorfológicos do Litoral Norte de Pernambuco.....	53
<b>Figura 8</b> - Composição hidrográfica da área de estudo. As bacias GL1; GL6; Capibaribe e Goiana alimentam os principais afluentes da área de estudo .....	57
<b>Figura 9</b> - Mosaico pedológico na área de estudo. ....	59
<b>Figura 10</b> - Distribuição dos sítios no estado de Pernambuco. A- Panorama central do estado; B- Litoral Norte; C- Litoral Sul; D- Fernando de Noronha; E-Agreste e Sertão Pernambucano (pequeno recorte) e F-Sertão de São Francisco (Petrolina e áreas adjacentes). ....	68

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 01 – ENQUADRAMENTO DA TESE.....</b>	<b>19</b>
1.1. Introdução .....	19
1.1.1. 1.1.1. Justificativa e Relevância.....	24
1.2. Objetivos .....	26
1.2.1. Objetivo Geral.....	26
1.2.2. Objetivos Específicos .....	26
1.3. Estrutura da Tese .....	27
1.4. Área de Estudo.....	31
1.5. Turismo no Litoral Norte de Pernambuco .....	34
<b>CAPÍTULO 02 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>40</b>
2.1 Geodiversidade do Litoral Norte de Pernambuco.....	41
2.1.1. Aspectos Geológicos .....	42
2.1.2. Aspectos Geomorfológicos .....	51
2.1.3. Aspectos Hidrográficos .....	54
2.1.4. Aspectos Pedológicos.....	58
2.1.5. Aspectos Paleontológicos.....	61
2.1.6. Aspectos climatológicos.....	63
2.1.7. Catalogação no Geossit e SIGEP .....	64
<b>CAPÍTULO 03 – ARTIGO: APLICAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E SUAS ABORDAGENS NO GEOPATRIMÔNIO PERNAMBUCANO: UM ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO 04 – ARTIGO: CARACTERIZAÇÃO DO GEOPATRIMÔNIO PERNAMBUCANO: ANÁLISE DO ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE DO LITORAL NORTE – NORDESTE DO BRASIL.....</b>	<b>118</b>
<b>CAPÍTULO 05 – ARTIGO: QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE GEOHERITAGE OF THE NORTHERN COAST OF THE STATE OF PERNAMBUCO, NORTHEAST BRAZIL .....</b>	<b>160</b>

<b>CAPÍTULO 06 – ARTIGO: QUANTITATIVE ASSESSMENT OF NORTHERN COASTAL PERNAMBUCO: POPULARIZATION OF THE GEOPATRIMONY OF PERNAMBUCO, NORTHEASTERN BRAZIL .....</b>	<b>205</b>
<b>CAPÍTULO 07 – PROPOSTAS DE PROMOÇÃO DA GEOCONSERVAÇÃO PARA OS GEOSSÍTIOS DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO .....</b>	<b>242</b>
<b>CAPÍTULO 08 – ARTIGO: GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO: SITE DE DIVULGAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE PERNAMBUCO.....</b>	<b>269</b>
<b>CAPÍTULO 09 – ARTIGO: GOOGLE EARTH COMO FERRAMENTA DE APOIO NO ENSINO DA GEODIVERSIDADE EM AULAS DE GEOGRAFIA, NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....</b>	<b>292</b>
<b>CAPÍTULO 10 – ARTIGO: GEOCIENTISTA POR UM DIA - AULA EM CAMPO NO LITORAL NORTE/PE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA GEODIVERSIDADE .....</b>	<b>318</b>
<b>CAPÍTULO 11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>340</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>343</b>
<b>ANEXO 01: MODELO DE FICHA DESCRITIVA PARA INVENTÁRIO DE GEOSSÍTIOS .....</b>	<b>351</b>
<b>APÊNDICE 01: DADOS INICIAIS DO LIVRO: GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO.....</b>	<b>356</b>
<b>APÊNDICE 02: CADASTRO DOS SÍTIOS NO GEOSSIT .....</b>	<b>360</b>
<b>APÊNDICE 03: CRIAÇÃO DO INSTAGRAM PARA POPULARIZAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS – GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO .....</b>	<b>362</b>
<b>APÊNDICE 04: CRIAÇÃO DO FACEBOOK PARA POPULARIZAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS – GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO .....</b>	<b>364</b>
<b>APÊNDICE 05: ELABORAÇÃO DO SITE GEOPATRIMÔNIO-PE PARA POPULARIZAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS .....</b>	<b>365</b>
<b>APÊNDICE 06: RESUMO EM ANAIS DE SIMPÓSIO NACIONAL: ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE PAULISTA – PERNAMBUCO (BRASIL) ...</b>	<b>366</b>

## CAPÍTULO 01 – ENQUADRAMENTO DA TESE

### 1.1. Introdução

A zona costeira é a área compreendida como uma transição entre a faixa de domínio continental e marinho. É classificada e compreendida como um ambiente bastante complexo, dinâmico e variável diante do ponto de vista dos elementos abióticos e ativa diante dos elementos bióticos. Trata-se de uma região com vastos elementos da geodiversidade e biodiversidade que precisam ser conservados mediante a sua utilização e/ou exploração, pois ambas exercem um papel fundamental para a dinâmica costeira.

Um geoambiente pode ser compreendido como um local de análise para o estudo da geodiversidade. A depender da escala de análise adotada, esse espaço de estudo poderá ter evidências geológicas, geomorfológicas e paleontológicas de cunho local, regional, nacional e, também, internacional. Nesta proposta de tese, o geoambiente escolhido é a Zona Costeira Norte do Estado de Pernambuco que possui elementos da geodiversidade de grande relevância a nível internacional e nacional de forma mais específica, os afloramentos pertencentes a Bacia Sedimentar da Paraíba –Sub-bacia de Olinda.

O conceito de Geodiversidade, conforme delineado por Sharples em 1993, refere-se à variedade de elementos e sistemas de natureza abiótica. Posteriormente, o autor refinou a definição, compreendendo-a como a diversidade presente nos aspectos geológicos (como rochas), geomorfológicos (relevo) e pedológicos (solos), além dos processos dinâmicos responsáveis por sua formação e evolução (Sharples, 1995).

A *Royal Society for Nature Conservation* também apresenta uma concepção relevante de geodiversidade, compreendendo-a como uma diversidade de elementos abióticos atrelados aos aspectos geológicos, fenômenos e processos ativos que moldam ao longo dos milhares de anos as paisagens e formam rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais pretéritos e atuais que sustentam a vida" (Brilha, 2005). Essa abordagem enfatiza a geodiversidade como um elemento de suma importância não apenas para a ciência, mas também para a manutenção das formas de vida atrelada aos elementos bióticos, evidenciando seu valor intrínseco e sua importância funcional para além de sua dimensão científica.

Gray (2004) afirma que a geodiversidade permite incluir a diversidade abiótica na conservação, no planejamento e na educação através de diferentes formas, por exemplo: geossítios, patrimônio geológico, geoparques e áreas protegidas. Ressalta-se da atuação antrópica na utilização desses recursos naturais com fins sociais, políticos e econômicos.

Assim, toda a variedade geológica, geomorfológica, pedológica, águas superficiais, bem como outros sistemas, resultantes dos processos naturais endógenos e exógenos são compreendidos como geodiversidade e embasam todo o patrimônio, seja ele geológico, geomorfológico, paleontológico e outros, de um determinado ambiente (Brilha, 2016; Santos, 2016; Guimarães, 2016).

O conceito de geodiversidade, por sua vez, é extenso e versátil, possibilitando múltiplas interpretações e abordagens variadas (Borba, 2011). A geodiversidade é a base que influencia o surgimento e a distribuição de todas as formas de vida no planeta, compondo, juntamente com a biodiversidade, o conceito mais amplo de diversidade natural (Garcia, 2012; Nascimento; Garcia; Mansur, 2021).

Em uma perspectiva geográfica a geodiversidade, pode ser compreendida como a multiplicidade de elementos e processos relacionados ao meio abiótico. Essa definição, proposta por Claudino-Sales (2021) engloba as diversidades geológica, geomorfológica, pedológica, hidrológica e climática, considerando suas interações em diversas escalas espaciais e temporais. Dessa forma, dentro dessas áreas de interesse surgem os sítios que contém informações de relevância científica. Reforça-se que os interesses turísticos, educativos, recreativos e sociais podem estar ligados também a esses ambientes.

Na literatura, esses sítios, classificados após metodologias de inventário, são classificados como geossítios, pois possuem áreas geograficamente delimitadas que abrigam formações geológicas de elevado valor científico, estético, ecológico, turístico, cultural, econômico e educativo. Esses locais podem apresentar características como rochas, fósseis e solos, que são fundamentais para a compreensão da história geológica da Terra (Jorge; Guerra, 2016). O conjunto desses geossítios constitui o geopatrimônio de uma região, refletindo a importância de sua diversidade geológica e seu potencial para estudos e conservação (Arruda et al., 2023; 2024).

Nesse sentido, os geossítios surgem como áreas que contém um ou mais elementos da geodiversidade que possuem delimitação geográfica e um certo valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, entre outros. Para garantir a conservação e gestão deste patrimônio

geológico e dos processos a ele relacionados, surge a geoconservação, que visa o uso e gestão de maneira sustentável dos elementos da geodiversidade por meio do geoturismo e da geoeducação (Brilha, 2005; Guimarães et al., 2013; Guimarães; Mariano, 2014; Santos, 2016; Guimarães, 2016).

Associado a essas definições temos os geomorfossítios, por sua vez, desdobram-se sobre as formas de relevo que possuem relevância científica, cultural ou estética que, segundo Reynard (2009), devem ser preservadas devido aos riscos decorrentes de intervenções associadas ao desenvolvimento econômico das sociedades (Lima et al., 2023). Essas feições geomorfológicas representam tanto o legado de processos evolutivos passados quanto a dinâmica atual do relevo, sendo simultaneamente cenário e resultado das atividades humanas. A conservação dessas formas de relevo é fundamental para garantir a integridade dos processos naturais e a interação equilibrada entre a natureza e as atividades antrópicas.

A depender do método de avaliação, é importante frisar sobre as áreas de interesse geodiverso e/ou Lugares de Interesse da Geodiversidade que correspondem a regiões de relevância científica e educacional, caracterizadas pela presença de formações geológicas, mineralógicas e pedológicas de destaque. Esses locais são reconhecidos não apenas por sua singularidade geológica, mas também por seu valor paleontológico, geomorfológico e hidrográfico, servindo como importantes recursos para estudos científicos e educação, além de possuírem potencial turístico (Santos, 2016). Arruda et al. (2023) enfatiza sua importância para a compreensão dos processos abióticos e para a conservação dos recursos naturais em um contexto interdisciplinar. Tudo dependerá da forma de classificação associada ao método de inventário e demais segmentos.

Os sítios de geodiversidade são áreas que exibem elementos da geodiversidade que, apesar de não apresentarem alta relevância científica, se destacam por seu valor educativo, bem como por outros atributos, incluindo aspectos geomorfológicos, econômicos, turísticos e sociais (Brilha, 2016; Santos, 2016).

Dessa forma, essa área, em específico, é configurada como espaço de interação bastante vasta entre as ações antrópicas e naturais e é integrada pela comunidade científica como área de patrimônio, ou seja, conjunto de geossítios<sup>2</sup> que exerce um importante papel socioeconômico na forma por ser enorme fonte de recursos para a comunidade local. Sabe-se que os processos sociais,

---

<sup>2</sup> De acordo com Brilha (2005), os espanhóis definem o termo geossítio como sinônimo de “geotopo” ou “Lugar de Interesse Geológico – LIG”, e que corresponde à ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade que afloram à superfície terrestre com delimitação geográfica e valores científicos, educacionais, culturais e históricos a ele agregado.

culturais e históricos estão englobados e juntos possuem uma história e valores únicos que precisam ser conservados e que medidas geoconservacionista, educacionais e sustentáveis precisam ser elaboradas e colocadas em prática.

Portanto, a Zona Costeira de Pernambuco, em específico o Litoral Norte, possui um elevado potencial para o estudo da geodiversidade, pois se diferencia, entre outros fatores, do ponto de vista geológico e geomorfológico dos demais setores costeiros do estado, através de uma grande diversidade litológica e paisagens bastante atrativas correlacionadas a história e cultura local. Na região, já foi catalogado um geossítio, a saber, a Mina Poty K-Pg por parte da iniciativa privada e em parceria com o Ministério Público e pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco. Trata-se do único geossítio do Litoral Norte Pernambucano catalogado no Geossit (SBG-CPRM) e no Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP) até antes da finalização desse trabalho de Tese.

Para que estas unidades aqui apresentadas sejam asseguradas às futuras gerações, se faz necessário políticas públicas em parceria com as privadas para a geoconservação, através, por exemplo, do geoturismo. Pois, a atividade geoturística configura-se como uma importante ferramenta de geoconservação, difusão do conhecimento e desenvolvimento territorial sustentável, tendo como objetivos divulgar, valorizar e conservar os elementos naturais (Piekarz; Liccardo, 2007; Ruchkys, 2007; Declaração de Arouca, 2011; Guimarães, 2016; Arruda et al., 2023).

A geoconservação conceitua-se como toda e qualquer ação conservacionista voltada à preservação e defesa da geodiversidade em ambientes de interesse para a Geologia e áreas correlatas (Sharples, 2002). Já o geoturismo é definido como uma forma de turismo sustentável (Nascimento et al., 2008; Moura-Fé, 2015), cujo objetivo é a valorização e conservação da geodiversidade ou geoconservação em ambientes de interesse. Esse tipo de turismo atua como um importante aliado no desenvolvimento de práticas sustentáveis, no ordenamento territorial e no planejamento ambiental (Guimarães et al., 2017; Arruda et al., 2022).

Atrelado ao viés da geoconservação, tem-se a geoeducação que está voltado diretamente para as questões que envolvem o planeta e o bem-estar das gerações presentes e futuras. Ela visa proporcionar ao público a compreensão fundamental do funcionamento entre as questões antrópicas e o meio natural nas escalas locais, regionais e global.

A geoeducação é definida como um ramo científico que, com base nos objetivos, princípios, conceitos e metodologias da Educação Ambiental, com foco na sustentabilidade e conservação,

busca consolidar-se como uma das estratégias de geoconservação de ambientes de interesse para a Geodiversidade (Moura-Fé et al., 2017). Seu desenvolvimento teórico ocorre em paralelo à proposição de formas de aplicação de materiais e produtos que permitam a popularização das geociências em ambientes formais e não formais (Moura-Fé et al., 2016; Guimarães, 2016).

Portanto, com base na temática da geodiversidade e suas múltiplas abordagens, foi realizado um estudo com objetivo de descrever o Litoral Norte do Estado de Pernambuco, bem como os elementos da geodiversidade pertencentes aos afloramentos da Sub-Bacia de Olinda (Bacia Sedimentar da Paraíba), aplicação de inventário para obtenção de potenciais geossítios, qualificação e quantificação desses sítios, sugestões de um geoturismo como atividade de desenvolvimento sustentável e dos fornecimentos de materiais científicos, didáticos, informacionais e tecnológicos em concomitância aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas(ONU) associados a geoeducação e popularização das geociências.

### **1.1.1. 1.1.1. Justificativa e Relevância**

O Nordeste do Brasil, em específico 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 e geomorfológicos (Guimarães et al., 2013; Guimarães; Mariano, 2014; Guimarães, et al., 2016; Guimarães, 2016; Santos, 2016; Tavares, et al., 2019; Sousa, et al., 2019; Arruda, Guimarães, 2020). Alguns desses espaços são potencialmente favoráveis para tornarem-se Geoparques da UNESCO. Entre as propostas já apresentadas para o estado estão: Geoparque Arquipélago Fernando de Noronha, Geoparque Vale do Catimbau e Geoparque Litoral Sul de Pernambuco que possuem o objetivo da geoconservação do Patrimônio Geológico e a promoção do geoturismo sustentável.

Dessa forma, essas áreas costeiras são caracterizadas de acordo com seus elementos únicos, atrativos e do ordenamento territorial. Assim, o Litoral Norte/PE, área de abrangência desse projeto, apresenta atrativos de beleza cênica; mineração; geológicos, geomorfológicos, paleontológicos, paleoambientais, entre outros, agregados a valores histórico-culturais e didático-científicos que ainda não foram investigados e/ou explorados, exceto quanto ao Geossítio K-Pg Mina Poty no município de Paulista já mencionado acima. A pesquisa, usará como norteador e indicador principal a Bacia Sedimentar da Paraíba (Sub-bacia de Olinda) que possui como limite Sul a Zona de Cisalhamento de Pernambuco Leste.

A região expõe em sua maior parte rochas sedimentares, e esses registros geológicos podem ser observados nas formas de relevo e exposições rochosas representadas por todo o litoral. Estes elementos estão associados ao turismo e a cultura local, no entanto não se tem até o momento o conhecimento da sua real importância. São áreas com verdadeiro potencial para “laboratório ao ar livre” no ensino, pesquisa, extensão e popularização das geociências.

O presente projeto de pesquisa vincula-se a uma linha de investigação ainda pouco explorada dentro das geociências no contexto litorâneo na realidade do Nordeste do Brasil, a promoção do geopatrimônio brasileiro através do geoturismo e do desenvolvimento de práticas sustentáveis. Isso acontece, devido a existência de lacunas no cenário nacional no desenvolvimento de mais pesquisas e políticas públicas voltadas para a criação de instrumentos que viabilizem a atividade geoturística e educacional como ferramentas geoconservacionistas, que tem como principal objetivo agregar sustentabilidade econômica, arcabouço científico, educação e

conservação, principalmente no Nordeste, e em específico, nas regiões litorâneas. O objetivo dessa Tese não é propor a criação de um geoparque na região, mas o de catalogar e inventariar geossítios com bases em pressupostos da geoconservação para que o território se torne palco de mais estudos de âmbito nacional e de conhecimento internacional.

No caso particular do estudo desenvolvido, fica clara a necessidade do desenvolvimento de estratégias que possam viabilizar a atividade geoturística sem comprometer o geopatrimônio e mais ainda, que venham incentivar o conhecimento e a importância desses elementos diante da história evolutiva da Terra. A premissa norteadora dessa pesquisa está alicerçada, também, na divulgação desse conhecimento aos ambientes formais e não formais de ensino baseados nos objetivos de desenvolvimento social no quesito da educação de qualidade, cidades e comunidades sustentáveis, vida na água e vida na terra, esses e outros ligados ao Pacto Global no alinhamento de estratégias de negócios ao enfrentamento das adversidades da sociedade moderna.

Nesse sentido, o presente trabalho se justifica uma vez, que propõe um estudo direcionado a esses ambientes envolvendo a população local, divulgando a ciência e incentivando a inserção da comunidade neste processo. Assim, pretende-se incentivar o desenvolvimento econômico da região agregado ao geopatrimônio, de forma sustentável e com o mínimo de impacto ao meio natural.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Análise da geodiversidade e do geopatrimônio do Litoral Norte de Pernambuco com base na inventariação, avaliação quali-quantitativa e proposições de abordagens geoconservacionistas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Inventariar o geopatrimônio do Litoral norte de Pernambuco, considerando o arcabouço conceitual no contexto do estado de Pernambuco, e um índice de geodiversidade para o litoral norte de Pernambuco;
- Avaliar os sítios da região com base em metodologias qualitativas e quantitativas;
- Propor estratégias de geoconservação do geopatrimônio inventariado e avaliado, a partir da integração da comunidade local, da criação de um *web site*, do uso de uma plataforma de análise geoespacial e do roteiro de aula de campo para estudantes e docentes da rede básica de ensino, em consonância com as diretrizes educacionais vigentes somadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

### 1.3. Estrutura da Tese

Conforme normativa interna do Programa de Pós-graduação em Geociências - PPGEOC/CTG/UFPE de n.º02/2022 (Aprovada na 10.ª Reunião Ordinária do Colegiado do PPGEOC/CTG/UFPE, realizada em 28 de outubro de 2022), levando em consideração a Resolução CEPE/UFPE n.º 19/2020, do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, publicada no B.O. UFPE, Recife, 55 (98 Especial), pp. 01-36, de 23 de setembro de 2020; e o Regimento Interno do PPGEOC/CTG/UFPE, publicado no B.O. UFPE, Recife, v. 44 (n.º 104 Especial), pp. 01-22, de 23 de dezembro de 2009, estabeleceu normas para a composição dos Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Stricto Sensu.

Conforme artigo 2, dessa normativa interna, a tese poderá ser no formato de “coletânea de artigos de autoria do discente, dentro de sua área de concentração, desenvolvidos durante o período da dissertação ou tese, e que versem sobre assunto relacionado ao seu projeto de dissertação ou de tese, previamente aprovado pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geociências”.

Dessa forma, a presente tese está dividida em capítulos (introdutórios e na forma de artigos publicados e submetidos em revistas indexadas) com base na Geodiversidade e suas múltiplas abordagens. Salienta-se que alguns capítulos foram estruturados conforme normas e diretrizes das revistas. Decidiu-se então deixar da forma como foi submetido mantendo a originalidade do material. Assim, o primeiro capítulo apresenta as considerações gerais da pesquisa, contendo introdução, objetivos e estrutura da tese (já apresentados acima), localização da área e aspectos socioeconômicos que norteiam toda a pesquisa em tela.

O capítulo dois apresenta os aspectos naturais abióticos, referentes aos elementos que compõem a geodiversidade local. Os demais capítulos foram estruturados de acordo com os resultados que foram sendo obtidos durante o desenvolvimento da tese.

O capítulo três é referente a um artigo intitulado de: *Aplicação da Geodiversidade e suas abordagens no geopatrimônio pernambucano: Um estudo de caso*, publicado na Revista de Geociências do Nordeste, e-ISSN: 2447-3359 - Qualis: A2 (Avaliação Capes 2017-2020). A proposta versa sobre a aplicabilidade dos conceitos de geodiversidade, geoconservação, geoturismo e geoeducação no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, por meio de uma revisão de literatura, com a análise de dados provenientes de plataformas, abrangendo os últimos 20 anos. A pesquisa foi orientada pelo objetivo de compreender e promover o avanço desses conceitos e

práticas no contexto da promoção territorial, com ênfase em práticas ecológicas e turismo sustentável.

Pensando na caracterização dos elementos aflorantes na paisagem do litoral Norte de Pernambuco, em específico os limitados a Bacia Sedimentar da Paraíba, foi elaborado um índice de geodiversidade como mais um geoindicador da importância abiótica do local. Assim, o capítulo quatro é referente a um artigo intitulado de: ***Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil***, submetido a Revista Brasileira de Geografia Física, ISSN: 1984-2295 - Qualis: A2 (Avaliação Capes 2017-2020).

Para atender um dos outros objetivos, o capítulo 5 e 6 retratam de forma qualitativa e quantitativa, respectivamente, os elementos abióticos estudados do Litoral Norte. A saber, o capítulo cinco, trata-se de um artigo intitulado de: ***“Qualitative assessment of the geodiversity and Earth’s geoheritage along the Northern Coast of the state of Pernambuco, Northeast Brazil”*** (Avaliação qualitativa da geodiversidade e do patrimônio geológico ao longo da Costa Norte do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil.) submetido ao *Journal of South American Earth Sciences*, ISSN: 1873-0647 - Qualis: A2 (Avaliação Capes 2017-2020). Nesse capítulo 14 sítios de interesse geodiversidade foram avaliados e inventariados utilizando metodologias de abordagem qualitativa.

O sexto capítulo, intitulado de ***“Quantitative assessment of the North Coast: Popularization of the geoheritage of Pernambuco, Northeast Brazil”*** (Avaliação quantitativa do Litoral Norte: Popularização do geopatrimônio de Pernambuco, Nordeste do Brasil), foi submetido ao *Journal Geoheritage*, ISSN: 1867-2485 - Qualis: A2 (Avaliação Capes 2017-2020). Neste capítulo realizou-se uma avaliação quantitativa dos sítios pré-definidos com base em critérios educacionais, turísticos e científicos, além de propor estratégias de geoconservação. Por meio desta avaliação, obteve-se a classificação de seis geossítios e oito sítios da geodiversidade. A maioria destes foram considerados de relevância nacional e dois de relevância internacional. Também foi reforçado a importância da implementação de estratégias de conservação visando que, estas e as próximas gerações continuem a usufruir destes elementos abióticos.

O capítulo sete, em formato de artigo, propõe propostas de geoconservação para o Litoral Norte de Pernambuco por meio da popularização da temática, focados em educação ambiental, geoturismo e geotecnologias para promover a valorização do geopatrimônio, integrando a comunidade e gerando benefícios socioeconômicos. Assim, foi feita a elaboração dos capítulo nove

e dez. O mesmo foi submetido ao Boletim de Conjuntura (BOCA), e-ISSN: 2675-1488- Qualis: A1 (Avaliação Capes 2017-2020).

Para atender a um dos objetivos da Tese foi criado o site <[www.geopatrimoniope.com.br](http://www.geopatrimoniope.com.br)> com a finalidade de popularização das geociências no contexto regional. Assim, o capítulo oito é referente a um artigo intitulado de: ***Geopatrimônio de Pernambuco: Site de divulgação da geodiversidade do Estado de Pernambuco***, ISSN: 2447-9195 - Qualis: A4 (Avaliação Capes 2017-2020). O site teve por objetivo promover discussões em Geociências, Geografia e áreas afins, abrangendo todo o estado, de norte a sul e de leste a oeste. Servindo como uma ferramenta adicional para facilitar a implantação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável da região, com foco na preservação/conservação ambiental.

. O capítulo nove, intitulado de: ***Google Earth como ferramenta de apoio no ensino da geodiversidade em aulas de Geografia, na Educação Básica***, ISSN: 2359-6007 - QUALIS: A3 (Avaliação Capes 2017-2020), foi publicado em uma edição especial da Revista Geoconexões intitulada de: Educação, Espaço e Ambiente: abordagens plurais. O trabalho teve por objetivo apresentar o Google Earth, como ferramenta de apoio educacional no ensino da Geografia, de forma específica a geodiversidade, no Ensino Fundamental.

Dando continuidade aos objetivos propostos os capítulos nove e dez visam a utilização da geoeeducação como ferramenta de popularização dessas áreas de interesse da geodiversidade O capítulo 10 retrata uma proposta de aula de campo para o Litoral Norte de Pernambuco. O texto intitulado de: ***Geocientista por um dia - aula em campo no Litoral Norte/PE: uma proposta para o ensino da Geodiversidade***, submetido a Revista Ponto de vista, ISSN: 1983-2656 - QUALIS: A1 (Avaliação Capes 2017-2020). O capítulo teve por objetivo apresentar uma proposta de aula de campo como estratégia educacional no ensino da geodiversidade para Educação Básica, em consonância com as diretrizes educacionais do estado de Pernambuco somadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável firmados pela Organização das Nações Unidas e popularização das geociências atendendo alguns objetivos propostos pela Tese.

O capítulo 11, as considerações finais, retratam um apanhado de toda a pesquisa desenvolvida. Em sequência, temos as referências e os demais arquivos que foram anexados em forma de apêndices e anexos. O Anexo 01 trata-se da ficha descritiva de inventário utilizado em todos os geossítios.

O Apêndice 01: livro “**Geopatrimônio de Pernambuco**”, reúne 12 capítulos específicos sobre a geodiversidade da região e um concurso fotográfico (Capítulo especial). O trabalho conta com a participação de diversos professores e pesquisadores da temática. A saber, o capítulo de número um, de nossa autoria e colaboradores, é intitulado de: **Levantamento do geopatrimônio de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Apresenta um levantamento detalhado da geodiversidade do estado de Pernambuco, utilizando o Sistema Integrado de Informações sobre Geodiversidade do Brasil (Geossit) como ferramenta principal após a inserção dos geossítios catalogados nessa pesquisa na referida plataforma.

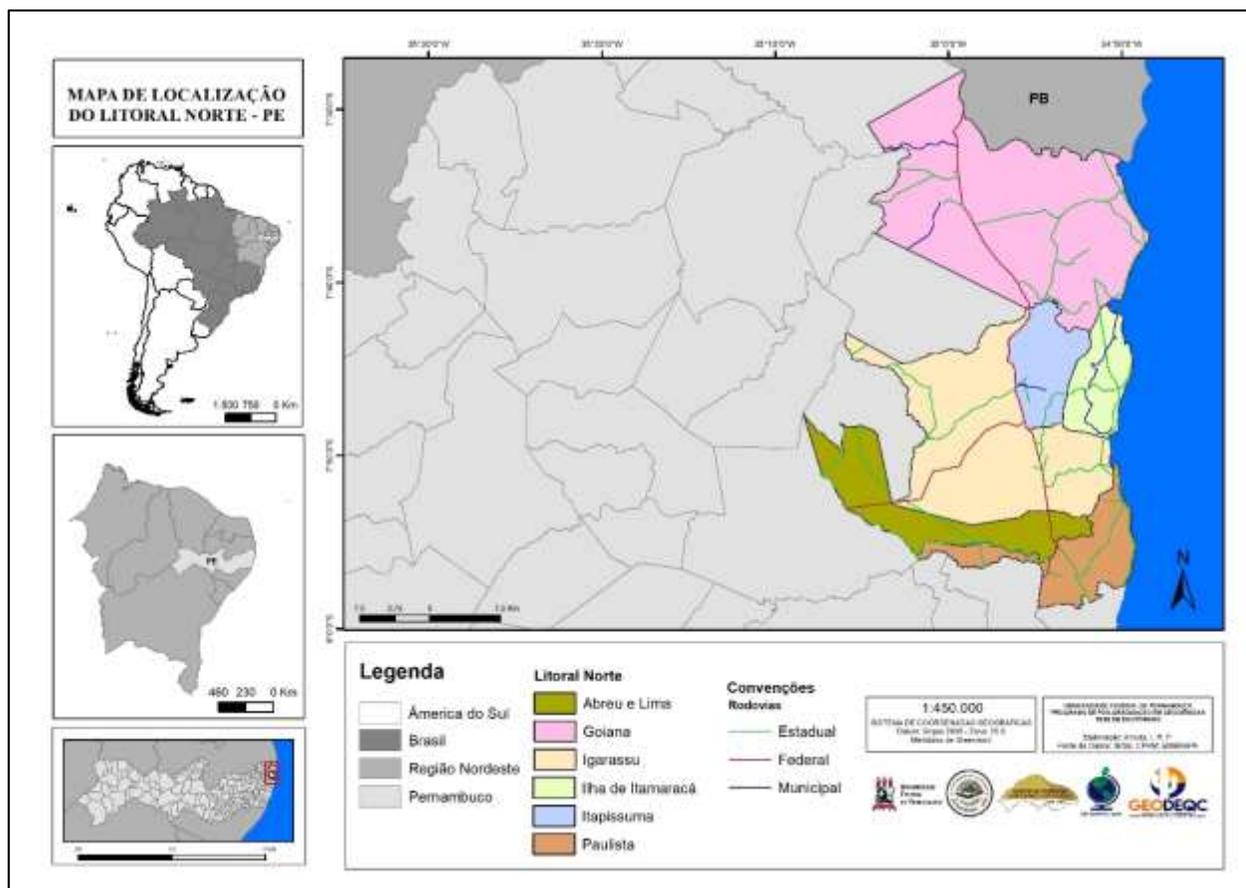
O Apêndice 02 refere-se a comprovação de cadastramento dos sítios inventariados na plataforma Geossit. Os Apêndices 03 e 04 trata-se das redes sociais criadas para popularização da geodiversidade do território pernambucano. O Apêndice 05 apresenta a criação do site que deu origem ao artigo (Capítulo 04) e também na divulgação da temática.

Por ultimo, temos o Apêndice 06 referente a um resumo intitulado de: **Índice de Geodiversidade do município de Paulista – Pernambuco (Brasil)**, publicado nos Anais do VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico.

## 1.4. Área de Estudo

A área de estudo dessa tese de doutorado está inserida na Bacia Sedimentar da Paraíba em sua porção sul pertencente ao estado de Pernambuco (Figura 01), 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. Os mesmos, estão enquadrados nas mesorregiões Metropolitana de Recife (Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Igarassu e Paulista) e Zona da Mata (Goiana), e engloba partes das microrregiões de Itamaracá e Mata Setentrional Pernambucana, respectivamente.

Figura 1 - Mapa de localização dos municípios do Litoral Norte de Pernambuco.



Fonte: EMBRAPA (2000); CPRM (2001); IBGE (2020). Elaborado pelo autor (2022)

A principal via de acesso ao Litoral Norte é pela BR-101 que corta todos os municípios e em seguida a rodovia estadual PE-001 que começa no Marco Zero - Recife e segue até o 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).

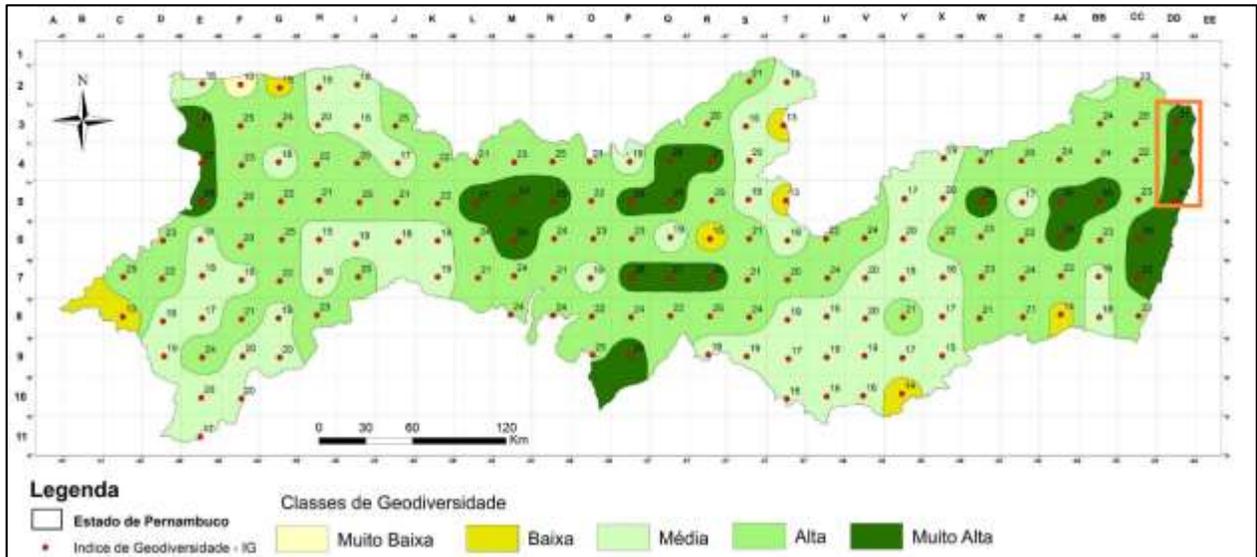
No município de Goiana, a principal rodovia de acesso estadual é a PE-049 que corta todo o território e possibilita a chegada as praias locais. Ligada a rodovia federal, a PE-035 corta o município de Itapissuma, Igarassu e a Ilha de Itamaracá, permitindo que o acesso a área litorânea fosse de norte a sul. Abreu e Lima não tem área litorânea e é servida principalmente pela rodovia federal. Já Paulista, conta com a rodovia estadual PE-022 que direciona as pessoas diretamente a faixa do litoral, permitindo o acesso a PE-001 bordeando todo o ambiente marinho, passando por Olinda até chegar em Recife.

Pernambuco dispõe de uma área territorial de 98.312 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019) e é formada por uma população de 9.616.621 habitantes (IBGE, 2020). Os seis municípios compreendem uma área total de aproximadamente 5.997,78 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019) com uma população estimada de 686.728 habitantes (IBGE, 2021).

O mapeamento dos geoambientes (áreas de interesse da geodiversidade) foi desenvolvido a partir da delimitação prévia da área de estudo, que seguiu os limites naturais da Bacia Sedimentar da Paraíba (Figura 01), área com índice de geodiversidade mais elevado em relação as áreas adjacentes (Ferreira, 2014) (Figura 2).

A região litorânea em sua totalidade destaca-se em relação às áreas próximas devido à abundância de afloramentos geológicos expostos, que revelam uma diversidade de formações rochosas e estruturas geomorfológicas. Esses afloramentos oferecem uma oportunidade única para a realização de estudos e pesquisas detalhadas sobre a geodiversidade local, facilitando a análise de processos geológicos históricos e atuais. Além disso, a acessibilidade dessas formações torna a área um ponto de interesse tanto para investigações acadêmicas quanto para atividades de geoturismo e educação ambiental, contribuindo para a valorização do patrimônio geológico e incentivando o desenvolvimento sustentável da região.

**Figura 2** - Índice de Geodiversidade proposto para o Estado de Pernambuco. Em laranja, localização da área de estudo



Fonte: Adaptado de Ferreira (2014)

A região forma um dos territórios mais densamente povoados do Estado, com estimativa de aproximadamente 124,4 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2020), decorrente principalmente de sua localização em zona costeira somada a região metropolitana, além do polo industrial construído no município de Goiana que potencializou economicamente toda a região. Economicamente, a região destaca-se por ser um polo diversificado de prestação de serviços, agricultura e indústria têxtil e química.

O município de Goiana está localizado na mesorregião Mata e na Microrregião Mata Setentrional, limitando-se a Norte com o estado da Paraíba, a Sul com Itaquitinga, Igarassu, Itapissuma e Itamaracá, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com Condado e Itambé. A área municipal ocupa 492,1 km<sup>2</sup> e representa 0,50% do Estado de Pernambuco, distando 65,7km da capital, cujo acesso é feito pela rodovia pavimentada BR101.

A Ilha de Itamaracá está localizada na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Itamaracá do Estado de Pernambuco, limitando-se a Norte com Goiana, a Sul com Igarassu, a Leste com Oceano Atlântico, e a Oeste com Itapissuma. A área municipal ocupa 65,1 km<sup>2</sup> e representa 0,07 % do Estado de Pernambuco, há cerca de 47,5 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-101; PE-035.

Já o município de Abreu e Lima está localizado na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Recife, limitando-se a Norte com Igarassu e Araçoiaba, a Sul com Paulista, a Leste

com Paulista, e a Oeste com Paudalho. A área municipal ocupa 128,5 km<sup>2</sup> e representa 0,13 % do Estado de Pernambuco, distando 25,7 km da capital Recife, cujo acesso é feito pela BR-101 Norte.

Itapissuma é um município que está localizado na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Itamaracá, limitando-se a Norte com Goiana, a Sul e a Oeste com Igarassu, e a Leste com Itamaracá.. A área municipal ocupa 73,9 km<sup>2</sup> e representa 0,08 % do Estado de Pernambuco, distando 40,5 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-101 e PE-035.

Igarassu está inserido na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Itamaracá do Estado de Pernambuco, limitando-se a Norte com goiana, a Sul com Paulista e Abreu e Lima e a Leste com Itamaracá, Itapissuma e Oceano Atlântico e a Oeste com Tracunhaém e Araçoiaba. A área municipal ocupa 302,9 km<sup>2</sup> e representa 0,33% do Estado de Pernambuco, distando 32,3.km da capital, cujo acesso é feito também pela rodovia pavimentada BR101 e PE035, assim como Itapissuma e demais cidades da área de estudo.

Paulista localiza-se no Litoral Norte pernambucano, sendo pertencente à Mesorregião Metropolitana do Recife e à Microrregião do Recife, distando 18 km da capital do estado. Ocupa uma área de 102,3 km<sup>2</sup>, correspondendo a 0,12% do território pernambucano. Limitando-se a Norte com Igarassu e Abreu e Lima, a Sul com Olinda e Recife, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com Araçoiaba, Camaragibe e Paudalho.

### **1.5. Turismo no Litoral Norte de Pernambuco**

O Litoral Norte de Pernambuco (LNP) é uma região densamente povoada, bem mais expressiva do que o Litoral Sul, quase urbanizado por completo desde a Região Metropolitana do Recife até a divisa da Paraíba (IBGE, 2021). A região, tem um dos sítios históricos e culturais mais importantes do Brasil, como os municípios de Ilha de Itamaracá e Goiana, que começaram a ser povoados ainda em 1508 e possui rugosidades históricas e culturais ainda presentes na paisagem, nas ruas e nas fortificações.

Na região, encontram-se construções/rugosidades do período histórico colonial, na fase do Brasil-colônia, muitos deles tombados, outros muito bem conservados e/ou abandonados. No ciclo econômico da cana-de-açúcar o mais expressivo, foi construído o Forte Orange na Ilha de Itamaracá (monumento muito visitado por turistas que passam pela região). Ainda na ilha,

encontram-se residências históricas das caravanas que ali fizeram histórias, lutas e conquistas as terras pernambucanas.

As principais praias do LNP são: 1 – No município de Paulista: A) Maria Farinha, B) Conceição, C) Pau Amarelo e D) Janga; 2 – No município de Goiana: A) Pontas de Pedra, B) Carne de Vaca, C) Catuama, D) Barra de Catuama e E) Atapuz; 3- No município de Itamaracá: A) Itamaracá; B) Gavoia. A região conta com um importante acervo da história, cultura, tradição, música, e gastronomia.

Portato, o litoral norte de Pernambuco destaca-se como uma importante região turística no Brasil, reunindo praias de beleza natural, áreas de valor histórico-cultural e uma consolidada infraestrutura voltada para o turismo de sol e mar. Cidades como Paulista, Itamaracá e Igarassu atraem anualmente milhares de visitantes. Segundo dados do Ministério do Turismo, a região recebeu, em 2022, cerca de 800 mil turistas, dos quais 30% eram provenientes de outros estados e 10% do exterior. Essa afluência turística é impulsionada por atrativos como o Forte Orange, o Centro Histórico de Igarassu, as piscinas naturais de Maria Farinha e o ecossistema do estuário do Rio Timbó, que integram atividades de ecoturismo e turismo cultural (Brasil, 2022).

A atividade turística na região também movimentava a economia local de forma significativa. O setor é responsável por cerca de 12% dos empregos formais nos municípios costeiros, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023). Além disso, estudos qualitativos apontam que a percepção dos turistas sobre a qualidade dos serviços e a preservação ambiental é positiva, embora ressaltem a necessidade de investimentos em infraestrutura e conservação dos atrativos naturais. Iniciativas de geoturismo e práticas sustentáveis têm potencial para diversificar e fortalecer a oferta turística, contribuindo para a valorização do patrimônio natural e cultural do litoral norte pernambucano.

- **Município de Igarassu**

Igarassu mesmo contendo uma área litorânea pequena, é conhecida popularmente por ser uma cidade tombada como patrimônio histórico de Pernambuco. A construção de sua primeira igreja é atribuída à vitória dos portugueses, em 1530, sobre os índios locais e os franceses que ali se encontravam<sup>3</sup>. A mesma, foi fundada em 1535 pelas tropas de Duarte Coelho como área estratégica. A cidade possui em seu acervo, variados casarios bastante conservados, rugosidades

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1445/>

históricas e culturais herdadas ainda dos séculos XVIII e XIX. Entre os destaques está a pinacoteca do convento franciscano Santo Antônio de Igarassu, edificado ainda no século XVIII e está aberto para visitação. O lugar oferece um acervo de valor artístico e histórico, pois é possível admirar 24 painéis de madeira, pintados a óleo nos séculos XVII e XVIII, que retratam figuras sacras e passagens históricas, como as mazelas da febre amarela que grassou em 1685 na região (Gomes, 2011).

Segundo a tradição, Igarassu sobreviveu incólume ao surto da febre amarela graças à proteção de São Cosme e São Damião, em honra de quem Duarte Coelho construiu uma igreja no ano de 1535 (rua Barbosa Lima, s/n). Construída em taipa, a igreja de São Cosme e São Damião foi depredada pelos holandeses em 1634, reconstruída em 1654 e no século XVIII sofreu mudanças que lhe conferiram feições barrocas (Pereira, 2012).

Igarassu é considerada por alguns estudiosos como o primeiro núcleo de povoamento do País. Mais consensual é o título de segunda vila a ser criada no Brasil, após São Vicente, no atual estado de São Paulo<sup>4</sup>. A cidade foi fundada em 27 de setembro de 1535, após a vitória dos portugueses sobre os índios Caetés. Na ocasião, o Capitão Afonso Gonçalves mandou erigir no local uma capela consagrada aos Santos Cosme e Damião, hoje a mais antiga existente no Brasil. Começa a surgir no alto da colina um modelo de implantação que materializava o poder administrativo e religioso colonial português. O estabelecimento de uma praça e de um largo delimitado por uma igreja, uma câmara, uma cadeia e demais prédios de propriedades e funções proeminentes consistia na estrutura inicial de povoamento, que se repetiria em Olinda e em outras cidades brasileiras (Carvalho, 2009).

A cidade também apresenta potenciais para o ecoturismo e o turismo de aventura, devido à sua localização privilegiada entre áreas de manguezais, rios e mata atlântica. O Parque Natural Municipal de Igarassu, com suas trilhas e biodiversidade, é uma alternativa para quem busca atividades de contato com a natureza. Dados da Secretaria de Turismo de Pernambuco indicam que, em 2022, Igarassu recebeu cerca de 120 mil turistas, com destaque para o aumento de 15% no turismo interno em relação ao ano anterior. Apesar do fluxo crescente, desafios relacionados à infraestrutura e à promoção de práticas sustentáveis apontam para a necessidade de estratégias de desenvolvimento turístico que integrem a conservação do patrimônio histórico e natural.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1446/>

- **Município de Goiana**

Próspera no ciclo da cana-de-açúcar, a cidade de Goiana nasceu em meados do século XVI, foi tomada pelos holandeses, serviu de sede à capitania de Itamaracá e foi palco da Epopeia das Heroínas de Tejucupapo, em que mulheres pegaram em armas para se defender dos invasores flamengos.

Situada na região da Mata Norte de Pernambuco, Goiana era habitada pelos índios Caetés, Tabajara e Potiguara. Originária de um dos núcleos mais antigos de colonização da Região Nordeste, foi elevada à categoria de vila em 1711 e de cidade em 1840. Participou dos movimentos libertários da Província de Pernambuco e ficou conhecida como a primeira cidade brasileira a libertar todos os seus escravos por meio de um decreto da Câmara, de 25 de março de 1888, antecipando-se à Lei Áurea. Em Itapeçerica, uma de suas aldeias, aconteceu a primeira assembleia em que índios pleitearam um governo representativo no Brasil<sup>5</sup>.

Goiana é também conhecida por sua tradição cultural, como o Carnaval, que atrai milhares de turistas anualmente para acompanhar manifestações populares como o Maracatu Rural e os Caboclinhos. Em 2022, a cidade recebeu aproximadamente 70 mil turistas, sendo 60% deles vindos de Pernambuco e estados vizinhos, segundo dados da Secretaria de Turismo de Pernambuco.

Na região, dentro de um contexto histórico-cultural-turístico a Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos é a mais importante, pois abriga um Museu de Arte Sacra com rica imaginária dos séculos XVII e XVIII. Erguida originalmente em meados do século XVI, ganhou feições barrocas no século XVII. Destacam-se as imagens da Nossa Senhora do Amparo e da Nossa Senhora do Leite, por muito tempo repudiada pela Igreja por mostrar o seio (rua do Rosário, s/n, Centro).

No segmento de turismo natural, Goiana conta com praias paradisíacas como Carne de Vaca, Ponta de Pedras e Barra de Catuama, que atraem visitantes em busca de tranquilidade e contato com a natureza. Essas praias apresentam grande potencial para o ecoturismo, especialmente pela presença de manguezais e estuários que abrigam rica biodiversidade. A prática do turismo sustentável é uma oportunidade para a região, considerando que 40% dos visitantes, segundo pesquisa de percepção realizada em 2022, indicaram interesse em atividades relacionadas à preservação ambiental e à valorização das comunidades locais (Pernambuco, 2022). Apesar do crescimento do fluxo turístico, desafios como a infraestrutura viária e a oferta de serviços

---

<sup>5</sup> Disponível em: [http://adgoiana.pe.gov.br/?page\\_id=73](http://adgoiana.pe.gov.br/?page_id=73)

adequados são apontados como áreas a serem desenvolvidas para atender à crescente demanda e fortalecer o turismo como motor econômico local.

- **Município de Ilha de Itamaracá**

A ilha, situada no LNP oferece atrações variadas e pode complementar o passeio à vizinha Iguarassu. A Ilha de Itamaracá abriga o restaurado Forte Orange, fortaleza de quatro pontas (duas com vista para o mar e duas para a ilha) erguida pelos holandeses em 1631 e depois tomada pelos portugueses, que a rebatizaram como Fortaleza de Santa Cruz de Itamaracá e a modificaram, resultando na robusta construção que se vê hoje (Andrade, 1999).

Em Vila Velha, povoado que surgiu no século XVI e foi sede administrativa da capitania de Itamaracá, vê-se um aglomerado de casas simples, de alvenaria, erguidas próximo da antiga Igreja de Nossa Senhora da Conceição (rua João Paulo II, s/n), e ruínas do que teria sido a igreja de Nossa Senhora dos Pretos. Como o local é elevado, avistam-se o mar, o canal de Santa Cruz e a Coroa do Avião. Nos tempos coloniais, isso também garantia uma visão estratégica contra os ataques inimigos – a vila foi invadida por tropas flamengas em 1631, que a teriam batizado de Cidade Schoppe (entrada entre os km 9 e 10 da estrada Recife-Itamaracá).

Litoral Norte de Pernambuco não é apenas um destino turístico; é um território onde o passado e o presente se encontram por meio das rugosidades, da história, dos contos e da magia cultural. O turismo histórico, quando promovido com foco na preservação e na educação, reafirma a relevância dessas cidades como guardiãs de uma herança cultural que moldou a identidade do Brasil. Isso faz do Litoral Norte de Pernambuco um verdadeiro protagonista na valorização da história e cultura nacionais, ao mesmo tempo em que atrai turistas ávidos por explorar suas raízes.

Em 2023, a ilha recebeu cerca de 250 mil visitantes, dos quais 70% eram turistas pernambucanos e 15% estrangeiros, de acordo com dados da Secretaria de Turismo de Pernambuco (Pernambuco, 2023). Além do turismo histórico e de praia, a Ilha de Itamaracá é um importante polo de ecoturismo. Os manguezais e áreas de proteção ambiental proporcionam oportunidades para passeios ecológicos, como trilhas, caiaque e observação da fauna local.

Um levantamento de 2022 apontou que 45% dos visitantes procuravam atividades voltadas à natureza e práticas sustentáveis (Pernambuco, 2022). Apesar da popularidade crescente, desafios como a conservação do patrimônio histórico e a gestão de resíduos sólidos têm sido apontados como questões prioritárias para o desenvolvimento sustentável do turismo local. Com iniciativas

de infraestrutura e capacitação comunitária, Itamaracá possui grande potencial para se firmar como um destino modelo, combinando lazer, história e preservação ambiental.

## CAPÍTULO 02 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A geodiversidade é compreendida na literatura pela soma heterogênea de múltiplos fatores naturais abióticos de um determinado território, um verdadeiro patrimônio, que precisam ser catalogados, quantificados, inventariados e conservados. Na paisagem, esses elementos constituem a gênese, troca de energia, de processos e evolução do relevo desde o passado até os dias atuais.

As geoformas tem contribuído bastante para a aplicabilidade desse conceito. Sabe-se que todos eles representam verdadeiros testemunhos dos processos do passado ao presente. Esses processos podem estar ligados a questões geológicas, geomorfológicas, mineralógicas, pedológicas, petrográficas, estratigráficas, tectônicas, estruturais, paleontológicas e outros (Arruda et al., 2022).

A escolha por uma escala de análise é de suma importância na caracterização de um geopatrimônio rico em elementos da geodiversidade. O Nordeste do Brasil, em específico o Estado de Pernambuco, é detentor de uma vasta diversidade de elementos bióticos e abióticos, representada por uma infinidade de áreas com potenciais vegetacionais, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, arqueológicos e paleontológicos de norte a sul, do litoral ao sertão (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, desfruta dos mais diversos elementos da geodiversidade e biodiversidade. Muitos destes ainda não foram identificados e nem catalogados a nível de detalhe. Sabe-se da importância dos estudos das geociências e áreas afins, envolvendo a discussão central na garantia desses elementos conservados às futuras gerações por meio da geoconservação, do geoturismo e práticas de sustentabilidade.

Foram considerados como potenciais Lugares de Interesse da Geodiversidade (LIGs) todos os afloramentos naturais, cortes de estrada em rodovias asfaltadas, pedreiras e minas ativas e/ou abandonadas, além de pontos estratégicos para atuarem como miradores. Neste contexto, algumas das áreas aqui inventariadas foram identificadas e selecionadas com base em trabalhos realizados por Barbosa *et al.* (1996; 2003; 2004; 2005; 2006); Morais (2005); Lima Filho *et al.* (2005); Alemida (2007); Topan (2018) no quesito geológico. Posteriormente, este trabalho caracterizou 14

Ligs para região de estudo que foram submetidos a fichas de inventário, métodos qualitativos e quantitativos além de propostas de conservação.

## **2.1 Geodiversidade do Litoral Norte de Pernambuco**

O termo geodiversidade foi estabelecido a partir de 1990 para referir-se diretamente aos elementos abióticos do planeta. A geodiversidade reúne uma variedade de ambientes geológicos, conjunto de processos e fenômenos que proporcionaram a formação das atuais paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem o suporte a vida no planeta. Sabe-se que a geodiversidade proporciona a ligação entre pessoas, paisagens, culturas, economia e outros através da interação ativa com a biodiversidade.

Dessa forma, essa Tese leva em consideração que geodiversidade abarca todos os elementos abióticos aflorantes na paisagem e que muitos desses elementos, precisam ser identificados, catalogados e inventariados para que medidas de conservação sejam sugeridas atreladas a um turismo e/ou uso e ocupação que aconteça de forma regular sem gerar tantos danos ao meio natural.

A soma desses elementos configura-se como um geopatrimônio e medidas geoconservacionistas precisam ser propostas e executadas. Sabe-se que o turismo hoje é a atividade mais intensa na região. Portanto, quando não existe políticas de conscientização e de informação, o uso de forma inadequada poderá trazer prejuízos irreparáveis ao meio natural como um tudo.

### 2.1.1. Aspectos Geológicos

O compartimento geológico local está dividido em dois grandes domínios geológicos: i) o embasamento cristalino, com rochas de idade paleo- a neoproterozóicas, pertencentes ao Complexo Pernambuco-Alagoas; ii) rochas sedimentares de idade cretácica da Bacia da Paraíba. Sobre as rochas da Bacia da Paraíba encontram-se ainda rochas sedimentares de idade miocênica da Formação Barreiras e os depósitos quaternários.

#### *Enquadramento regional*

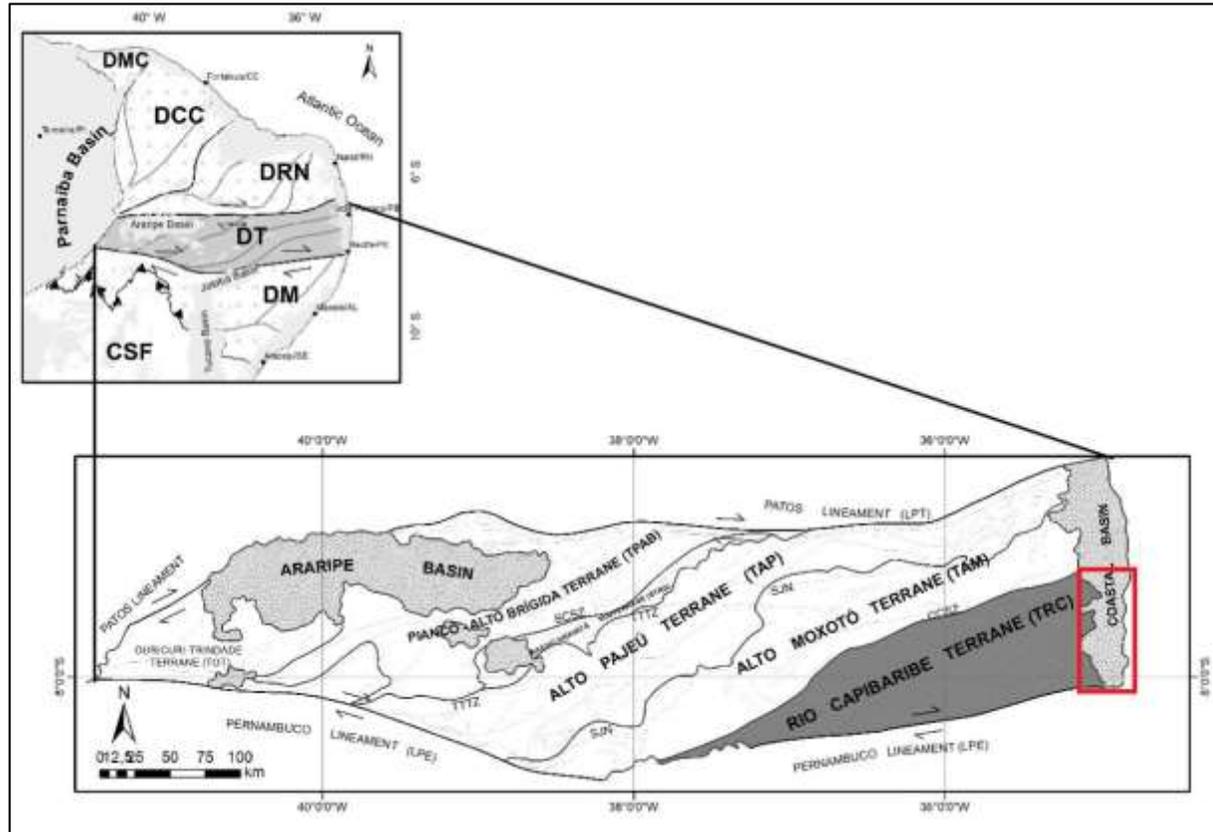
- **Embasamento Cristalino - Província da Borborema**

A Província Borborema (PB) foi definida por Almeida et al. (1977) como faixa móvel brasileira, limitando-a ao norte pelo cráton São Luís, ao sul pelo cráton São Francisco, à oeste pela Bacia do Parnaíba e a leste pelas bacias costeiras. Encontra-se subdividida em cinco subdomínios geotectônicos (Médio Coreau, Ceará Central, Rio Grande do Norte, Transversal e Meridional) sendo defendido por autores renomados como: Santos e Medeiros (1999); Santos et al. (2000) e Brito Neves et al. (2000).

Apesar desta subdivisão tectônica ser o modelo mais aceito pela maior parte dos pesquisadores, os modelos dos terrenos tectonoestratigráficos e a existência de processos acrescionários permanece em questionamento na literatura. Neves e Mariano (1999) assim como Guimarães e Brito Neves (2003), são alguns exemplos que sugerem um contexto intracratônico para a evolução da PB, propondo a continuidade geológica entre os conjecturados terrenos desde o Paleoproterozóico.

Os principais domínios da Província Borborema considerados na literatura, são: DMC – Domínio Médio Coreau, DCC- Domínio Ceará Central, DRN – Domínio Rio Grande do Norte, DT – Domínio Transversal e DM – Domínio Meridional. Ao sul da província o encontra-se o Cráton São Francisco (CSF) e a oeste a Bacia do Parnaíba (Figura 3).

**Figura 3** - Arcabouço tectônico do Domínio Transversal da Província Borborema.



Fonte: Adaptado de Santos (2010).

A Figura 3 mostra o Domínio Transversal e seus terrenos: TRC – Terreno Rio Capibaribe, TAM – Terreno Alto Moxotó, TAP – Terreno Alto Pajeú, STRG – Subterreno Riacho Gravatá, TPAB – Terreno Piancó – Alto Brígida e TOT – Terreno Oricuri – Trindade. Na área encontram-se algumas estruturas de relevância no contexto geológico, atrelado aos 1) Lineamento Patos – LPT, 2) Lineamento Pernambuco – LPE, 3) Zona de Cisalhamento Congo-Cruzeiro do Nordeste – CCSZ, 3) Nappe Serra de Jabitacá - SJN, 4) Zona tectônica Teixeira-Terra Nova – TTTZ, e 5) Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo – SCSZ. Além das principais bacias, Bacia do Araripe e as Bacias Costeiras.

A área de estudo está inserida na Subprovíncia Transversal ou Domínio Transversal (DT). Sendo a subprovíncia na qual a Bacia Paraíba e seu embasamento estão inseridos, a Subprovíncia Transversal engloba principalmente os estados de Pernambuco e da Paraíba. Sendo formada por terrenos segregados entre si por zonas de cisalhamento transcorrentes de idade brasileira ou por vezes por zonas de cisalhamento contracionais (Santos; Medeiros 1999).

Chamada de Domínio Transversal (DT) devido à alta quantidade de falhas transcorrentes geradas entre as zonas de cisalhamento transcorrentes Patos e Pernambuco, tais zonas de cisalhamentos são seus limites norte e sul, respectivamente, sendo limitado a leste pelas bacias costeiras. O DT possui direção E-W. Composto por terrenos subparalelos denominados Terreno/Faixa Piancó-Alto Brígida (TPBA); Terreno Alto Pajeú (TAP) e seu subterreno Riacho Gravatá (SRG); Terreno Alto Moxotó (TAM), 2,01 a 2,23 Ga. (Brito Neves; Van Schumer, 1995; Santos, 2004) e o Terreno Rio Capibaribe (TRC) (Santos 1996; Brito Neves et al. 2000; Santos et al. 2000; Medeiros 2004; Oliveira 2008).

- **Embasamento Cristalino - Terreno Rio Capibaribe (TRC)**

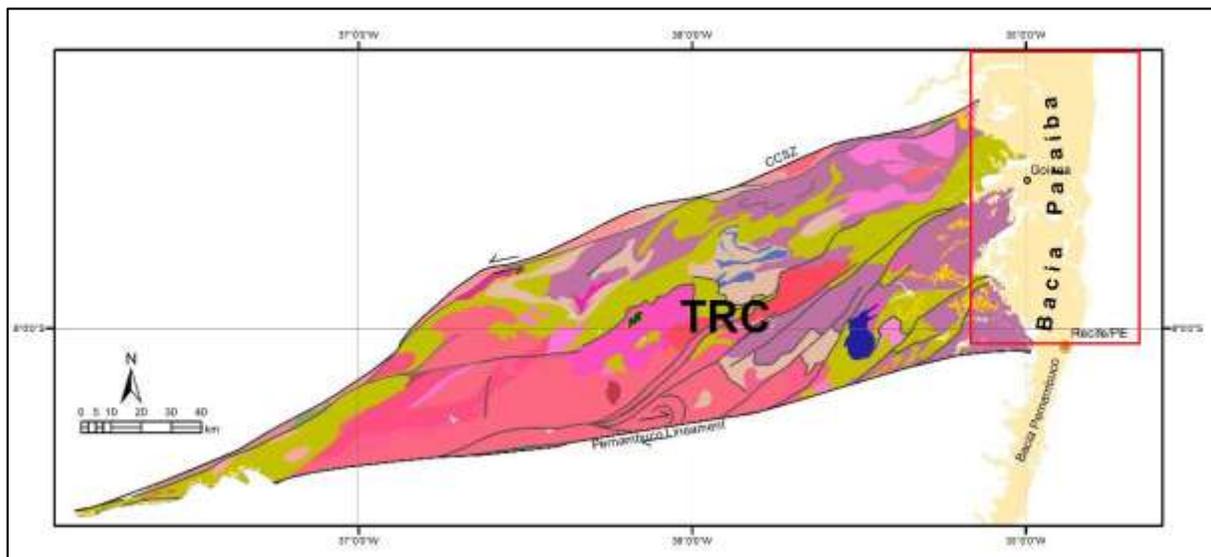
Difundida na literatura como terreno do embasamento ao qual está sobreposta a parte da BPB em que este estudo está focado, a Sub-Bacia Olinda (Santos e Medeiro 1999; Medeiros, 2004). Foi individualizado no sul-sudeste do Domínio Transversal da Província da Borborema. Com formato triangular, tendo como vértice Ibimirim –PE, base entre o sul de João Pessoa e o litoral de Recife, somando uma área de 13.000 km<sup>2</sup> (Figura 4).

O limite norte do TRC é convencionado como a zona de cisalhamento transcorrente sinistral Congo-Cruzeiro do Nordeste, com direção geral de NE-SW para E-NE, separando o TRC do TAM (ao norte). O TRC é limitado a sul pela zona de cisalhamento transcorrente dextral Pernambuco Leste, de direção geral E-W, com Terreno/Domínio Pernambuco – Alagoas (PEAL).

As rochas supracrustais são divididas em dois complexos, o Complexo Vertentes (CV) e o Complexo Surubim (CS). O CV é caracterizado por uma sequência vulcanossedimentar mesoproterozóicas, composto por paragneisses, micaxistos, rochas metavulcânicas ácidas e básicas anfibolitizadas, metadacitos, metagrauvas e rochas metavulcanocásticas. O CV é cortado por intrusões tabulares de metassienitos peralcalinos descritos atualmente como Granitoide Tamboatá (Accioly, 2001).

O CS é caracterizado por uma sequência metassedimentar com idade de sedimentação em mais antiga em torno de de 640 Ma (Brito Neves et al.,2013), formado por paragneisses, biotita-xisto, com intercalação de quartzitos e mármore, que pode fazer parte de um terreno alóctone neoproterozóico colocados sobre o Complexo Vertentes.

**Figura 4** - Mapa regional do Terreno Rio Capibaribe (TRC). Observa-se a leste a Bacia Paraíba.



Fonte: Adaptado de Topan (2018)

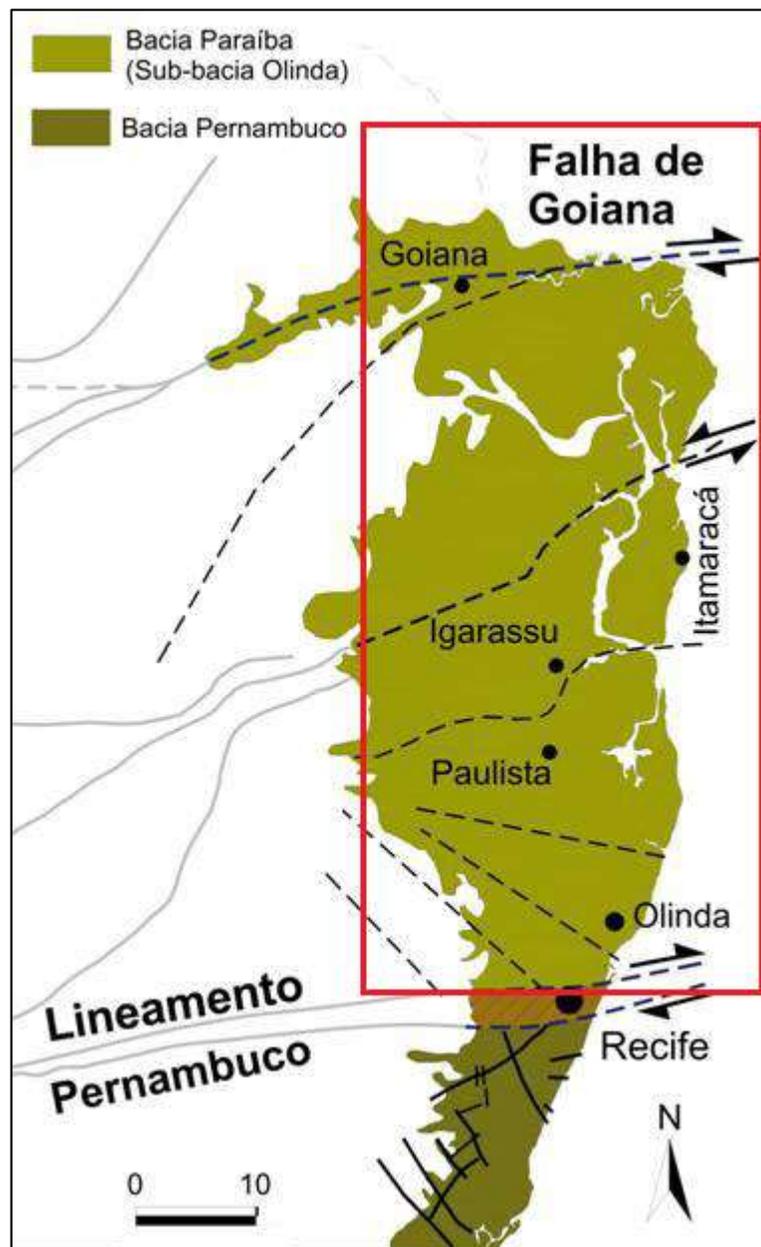
- **Bacia Sedimentar da Paraíba (BPB)**

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; Morais, 2005; Topan, 2018).

Na literatura, a Bacia da Paraíba (Figura 5) é considerado como testemunho da deriva continental, tratando-se 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.

Sabe-se também que as características tardias de sua gênese, quesitos estruturais e preenchimento sedimentar também divergem das demais bacias marginais do NE brasileiro (Rand & Mabesoone, 1982; Barbosa, 2004; Souza, 2006). Conforme dados da literatura, 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. A rocha-mãe que embasa a região é proveniente do período geológico Pré-Cambriano, pertencente à grande Província Borborema, inseridas no Domínio Transversal, correspondente à região limitada pelas zonas de cisalhamento de Patos e a de Pernambuco.

**Figura 5** - Identificação da Bacia Sedimentar da Paraíba



Fonte: Adaptado de Morais (2005)

A Bacia da Paraíba é sobreposta a rochas supracrustais, graníticas e ortognaisses, do Paleoproterozóico ao Neoproterozóico (Rand, 1976; Rand, 1978; Mabeoone; Alheiros, 1988; Mabeoone; Alheiros, 1993; Santos, 1996; Morais, 2005).

A Bacia é subdividida em três partes 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 (Figura 5); 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).

De acordo com Morais (2005), as bacias marginais brasileiras, de maneira genérica, possuem uma sequência sedimentar que engloba as fases de evolução do rifte atlântico, que se inicia no Neocomiano. No entanto, a Bacia da Paraíba não apresenta depósitos correspondentes a esta fase, pois aparentemente as deposições continental e marinha se iniciaram no ciclo pós-rifte. Sugere-se na literatura que a bacia sofreu um soerguimento na fase pré-rifte, que a tornou mais elevada do que as áreas adjacentes. Dessa forma, a mesma começou a receber sedimentação continental somente a partir do Coniaciano-Santoniano?. Os primeiros registros sedimentares marinhos surgem no Campaniano, correspondendo aos arenitos calcíferos, que marcam um levantamento eustático global do nível do mar. A partir do Neomaastrichtiano, se intensificou um evento regressivo, que atuou até o Terciário (Barbosa et al., 2003; Barbosa, 2004 e Morais, 2005).

A sedimentação fanerozóica foi sintetizada por Barbosa et al. (2003), que elaboraram um modelo de carta estratigráfica para a Bacia da Paraíba considerando todas as unidades encontradas nas suas três sub-bacias. Nela encontram-se as Formações Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha e Barreiras (Figura 6), como descritas logo a seguir.

A Formação Beberibe foi denominada por Kegel (1955) como um membro inferior da Formação Itamaracá, incluindo então os arenitos continentais desta formação. Posteriormente, Beurlen (1967a, 1967b) modificou esta proposição de Kegel, passando o Membro Beberibe para Formação Beberibe, e datando a espessa cunha de arenitos de origem fluvial a flúvio-lacustre como Santoniana. Os arenitos desta formação mostram uma granulação de média a grossa e alguns níveis conglomeráticos (Mabesoone & Alheiros, 1998; Souza, 1999; Barbosa et al., 2003; Barbosa, 2004), tendo sido depositada discordantemente sobre o embasamento cristalino e marcada por um intenso período de subsidência.

A Formação Itamaracá também foi proposta por Kegel (1955), correspondendo à deposição de sedimentos de ambientes transicionais de idade Campaniana. 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. Esta formação foi incluída por Beurlen (1967a, 1967b), na base da Formação Gramame. Lima Filho & Souza (2001) propõem a retomada da Formação Itamaracá como unidade independente, pois a camada de fosfato pode ser considerada como um marco estratigráfico que ocorre em toda a bacia. Este marco representaria uma seção condensada marcando o topo de uma sequência transgressiva, uma superfície de inundação máxima.

A Formação Gramame foi definida por Oliveira (1940) e é a primeira unidade carbonática marinha, provavelmente depositada a partir do Neocampaniano, e prosseguindo durante o Maastrichtiano (Tinoco, 1971). Encontra-se sobre a Formação Itamaracá. Beurlen (1967a), baseado na ocorrência dos cefalópodos *Pachydiscus* e *Sphenodiscus*, sugeriu idade Maastrichtiana. Esta formação é representada pela alternância bem desenvolvida de ciclos de calcilitos-margas. É caracterizada por níveis ricos em fósseis, calcilitos ricos em pirita, e intensa bioturbação do grupo dos Thalassinoides nas margas (Schlicht et al., 1999). O ambiente deposicional desta formação foi classificado como marinho raso, de média à baixa energia, sujeito à ação de eventuais tempestades e tsunamis (Barbosa, 2004).

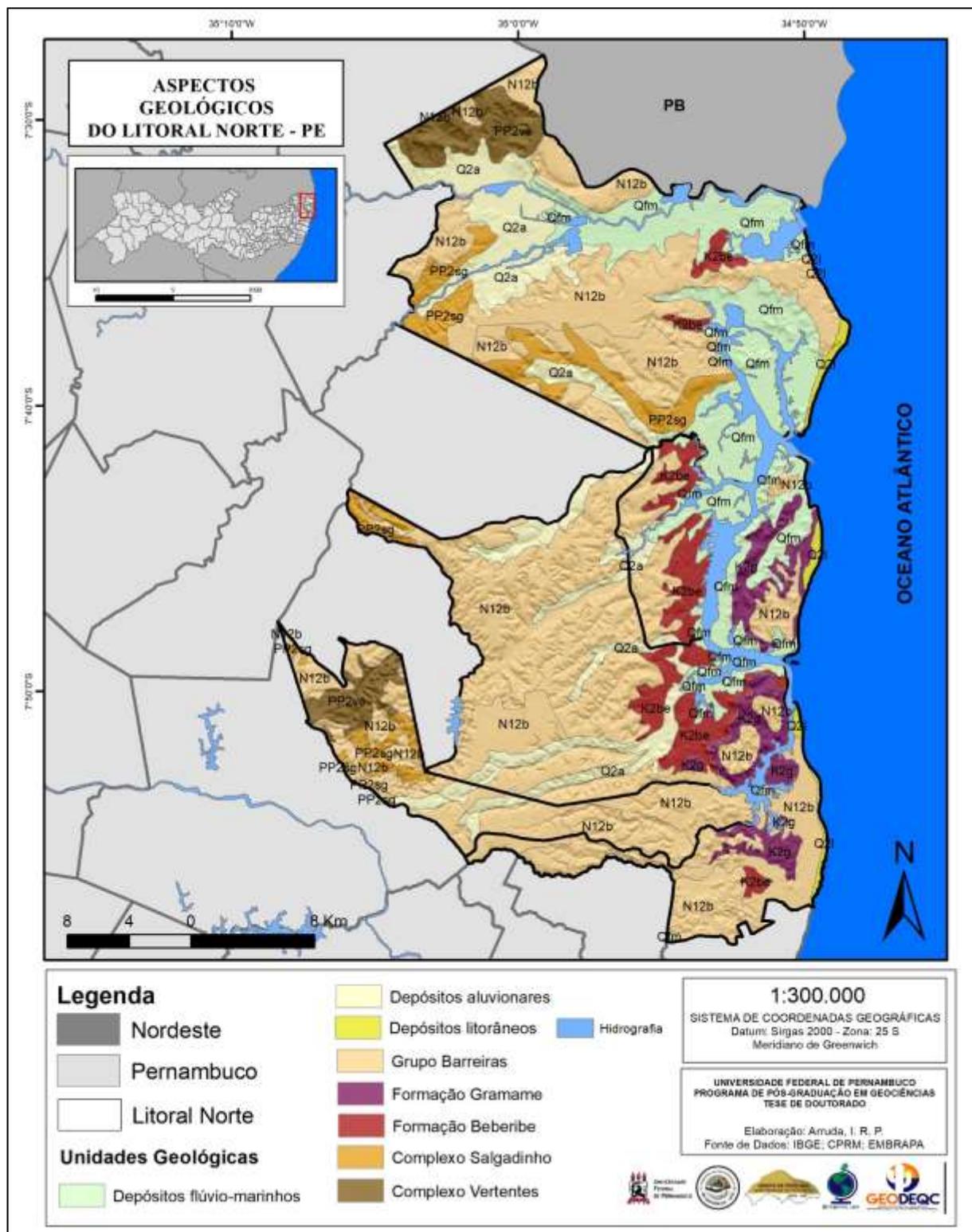
Na Formação Maria Farinha, segundo Beurlen (1967b), ocorrem duas fácies: uma inferior, composta por calcários detríticos de origem litorânea, e uma porção superior, marcada pela alternância de calcários detríticos puros, calcários argilosos, margosos e argilas. Uma das fácies é sedimentologicamente muito 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 (Almeida, 2000). Oliveira (1978), através de análises petrográficas, observou que a maior parte dos calcários desta formação é de micritos, muitas vezes recristalizados em microsparitos e, raramente, em esparitos, de deposição marinha em fase de regressão. Beurlen (1967b) menciona que o capeamento da Formação Gramame pela Formação Maria Farinha fica restrito a uma estreita faixa litorânea na área entre Recife e o rio Goiana, que corresponde à Sub-bacia de Olinda.

A deposição da Formação Barreiras está associada a eventos plio-pleistocênicos de natureza climática e/ou tectônica que permitiram durante o Plioceno o extenso recobrimento discordante de superfícies do embasamento e das bacias marginais do leste brasileiro, colmatando um relevo bastante movimentado (Alheiros, 1998), inclusive da Bacia da Paraíba. Esta formação é constituída por sedimentos areno-argilosos, pouco consolidados, com distintas fácies de leques aluviais, canais fluviais e planícies de inundação (Mabesoone & Alheiros, 1988). Foi depositada a partir da erosão

das áreas subjacentes a bacia, devido ao soerguimento do maciço da Borborema no Plioceno-Pleistoceno (Mabesoone et al., 1972, 1993).

Por último, em toda extensão litorânea é possível observar a cobertura de sedimentos do Quaternário, repousando sobre as unidades geológicas mais antigas. Correspondem a terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, sedimentos provenientes de processos fluviais, recifes de arenito, sedimentos de praia, sedimentos aluvionares e sedimentos de mangue, presentes em 173 toda faixa litorânea, ao longo dos estuários.

Figura 6: Aspectos Geológicos do Litoral Norte de Pernambuco.



Fonte: EMBRAPA (2000); CPRM (2001); IBGE (2020). Elaborado pelo autor (2022).

### 2.1.2. Aspectos Geomorfológicos

Os arranjos geológico-geomorfológicos do Litoral Norte – PE, têm muito a revelar sobre o contexto histórico de gênese e evolução das formas que contemplamos no presente. A Geomorfologia, especificamente nessa região é, majoritariamente, marcada por áreas com 1) Colinas amplas e suaves, 2) tabuleiros, 3) tabuleiros dissecados, 4) planícies fluviais Flúvio-lacustres, 5) planícies Flúvio-Marinhas e 6) planícies costeiras (Figura 7).

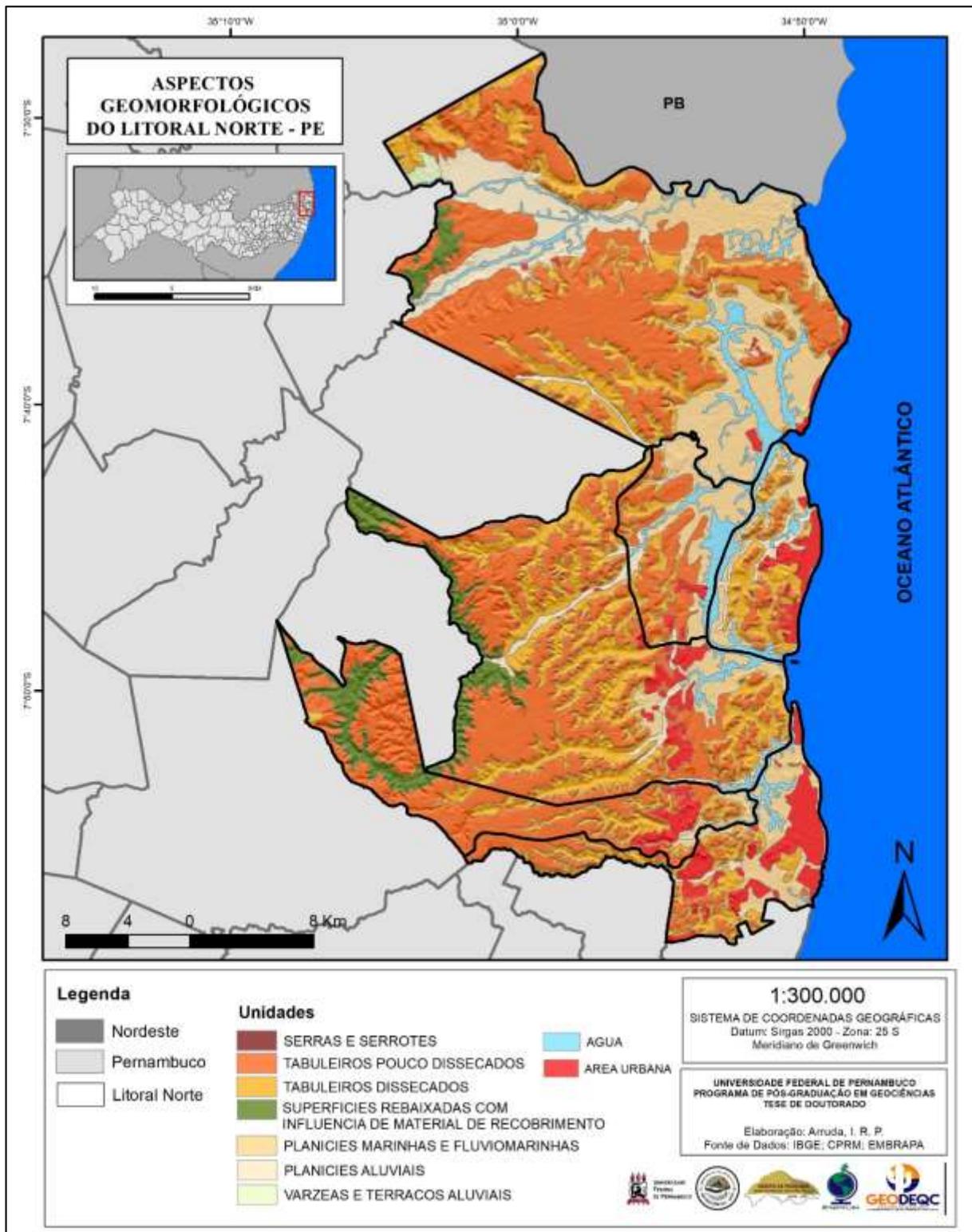
As Colinas amplas e suaves constituem-se por apresentar topos extensos e aplainados, vertentes com padrões convexos e retilíneos e estão sujeitos a um grau moderado-alto de intemperismo. Nessa classificação geomorfológica a dissecção fluvial é alta e não apresenta controle estrutural de forma marcante. Já os Tabuleiros, são conjuntos de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, limitadas na sua maioria por escarpas. Geralmente, os tabuleiros apresentam altitudes relativamente baixas. Na paisagem, marcam a transição entre o domínio das terras altas e da planície costeira. Ressalta-se que os tabuleiros dissecados são caracterizados por formas tabulares dissecadas por uma rede de drenagem com alta densidade.

As planícies são compreendidas como conjuntos de formas de relevo planas ou suavemente onduladas, em geral, posicionadas a baixa altitude, e em que processos de sedimentação superam os de erosão. As planícies fluviais são áreas planas resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. Já as planícies flúvio-marinhas são áreas planas resultantes da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha sujeita a inundações periódicas, compreendendo canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas. Ocorre especificamente nas baixadas litorâneas, próximo as embocaduras fluviais, compreendem superfícies planas muito mal drenadas, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais meandranes, sob influência de refluxo de marés.

Têm-se as planícies fluviais Flúvio-lacustres configuradas como planícies de inundação e baixadas inundáveis, caracterizadas por mangues e brejos, podendo comportar canais anastomosados, paleomeandros e diques marginais. Ocorre especificamente em áreas de acumulação fluvial e lacustre, sujeito a processos de inundação periódicas e formações de lagos. Por fim, as planícies costeiras são áreas planas resultante de acumulação de caráter marinha, podendo comportar praias, canais de maré, cristas de praia, restingas e ilhas. Ocorre

especificamente nas baixadas litorâneas sob a influência dos processos de agradação marinhos. São caracterizadas principalmente por terem grandes terraços marinhos e cordões arenosos.

Figura 7: Aspectos geomorfológicos do Litoral Norte de Pernambuco.



Fonte: EMBRAPA (2000); CPRM (2001); IBGE (2020). Elaborado pelo autor (2022)

### 2.1.3. Aspectos Hidrográficos

No quesito 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 os demais ao Oceano Atlântico. Os que se conectam ao primeiro ponto 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.

Entre as diversas funções desempenhadas pela água, destaca-se seu papel como agente modelador da paisagem terrestre, influenciando a formação e o comportamento mecânico dos mantos de intemperismo e das rochas. O sistema de drenagem, por sua vez, constitui o elemento mais ativo na configuração da paisagem geomorfológica, funcionando como um componente fundamental nos processos de erosão e deposição. Na geomorfologia, a drenagem está sempre condicionada por fatores estruturais, tectônicos e pelas características do relevo. A área de estudo é marcada pela presença de zonas de cisalhamento, que abrigam os principais cursos d'água da região (Christofoletti, 1980; Corrêa, 2001; Silva, 2013; Melo, 2014).

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 (Figura 8).

O município de Goiana encontra-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. Seus principais tributários são os rios Goiana, Capibaribe-Mirim, Tracunhaém, Megaó, Barrado Goiana, da Guabiraba, Itapessoca, Itapirema, Corope e Arataca e os riachos Cupissura, Milagre, da Pitanga, Farias, João Marinho, Água do Bicho, da Ponta Branca, Ibeapecu e do Boi. Os principais açudes são: Jacaré, Zombeiro, da Mata, Santa Teresa, da Prata e a Lagoa de Catuama. 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 e no Domínio Hidrogeológico Fissural.

O Domínio Hidrogeológico Intersticial é composto de rochas sedimentares da Formação Beberibe, Grupo Barreiras, Depósitos Aluvionares, Depósitos Fluvialagunares, e dos Depósitos Fluviomarinhos. O Domínio Hidrogeológico Fissural é formado por rochas do embasamento

cristalino que engloba o subdomínio de rochas metamórficas, constituído do Complexo Vertentes e do Complexo Belém do São Francisco.

Já o município de Itamaracá encontra-se inserido nos domínios do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos. Os principais tributários são os rios Paripe e Jaguaribe. O principal corpo de acumulação é a Lagoa Pai Tom. 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 de Itamaracá está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial e no Domínio Hidrogeológico Karstico-fissural. O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares da Formação Beberibe, Grupo Barreiras, Formação Dois Irmãos e dos Depósitos Flúvio-marinhos. O Domínio Karstico-fissural é formado dos calcários da Formação Gramame.

O município de Abreu e Lima encontra-se totalmente inserido nos domínios das Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Catucá, Pilão, Bonança, Utinga e do Barro Branco. Seus principais tributários são os riachos: Sete Córregos, Pau-Amarelo, Barrocas, Lagoa d'Água e os Arroios Caeté e Desterro. A maioria dos cursos de água do município são perenes, embora de pequeno porte e curso restrito, e o padrão de drenagem é o dendrítico.

O município de Abreu e Lima está parcialmente inserido no Domínio Intersticial que é composto de rochas sedimentares da Formação Beberibe, Grupo Barreiras, Depósitos Flúviomarinhos e dos Depósitos Aluvionares. E, também, sobre o domínio Karstico-fissural representado pelos calcários da Formação Gramame. A região ainda possui contato com o domínio Fissural composto por rochas do embasamento cristalino que engloba o subdomínio de rochas metamórficas constituído do Grupo Vertentes e do Complexo Salgadinho.

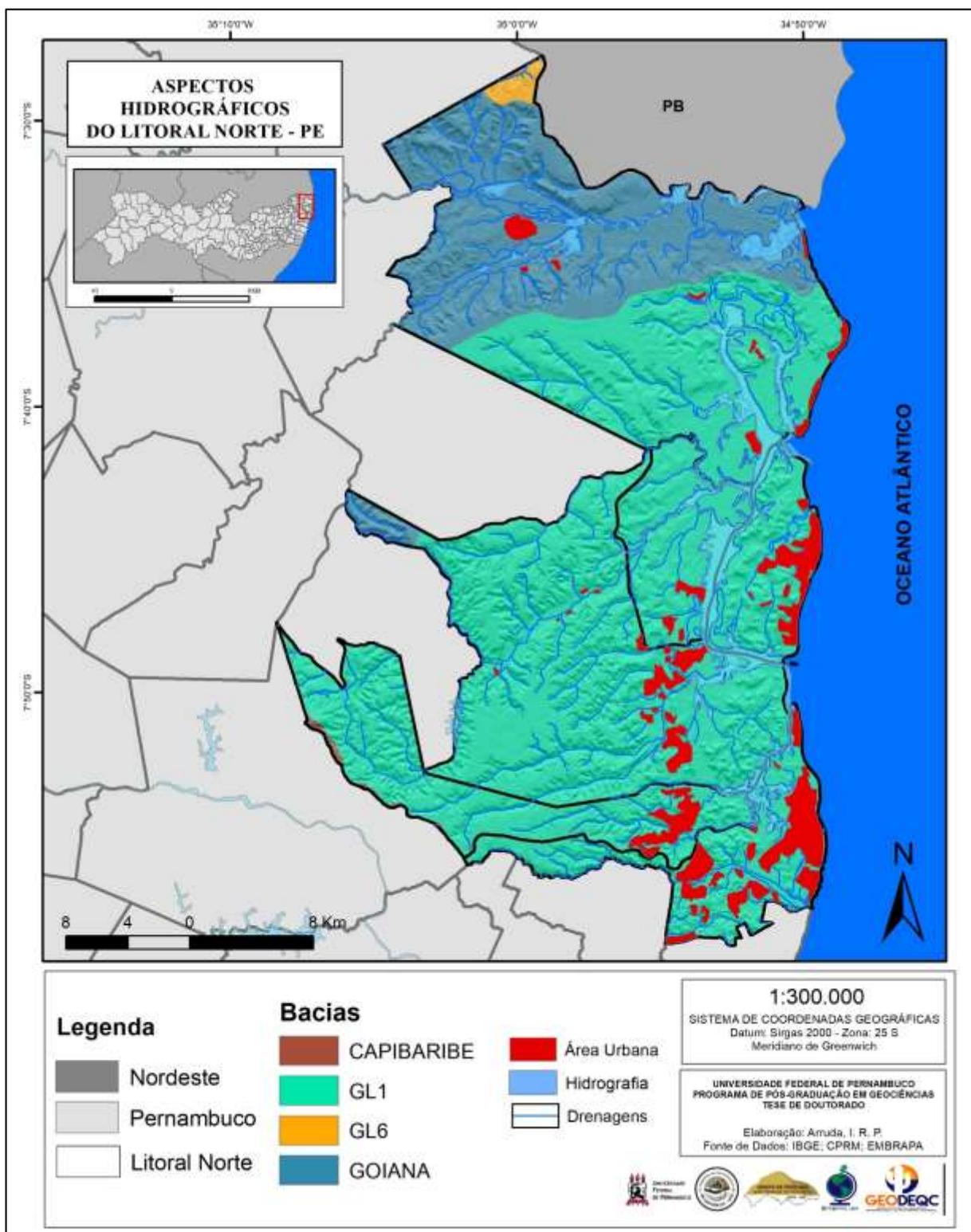
O município de Itapissuma também está inserido nos domínios do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos. Os principais tributários são os rios Botafogo, Arataca, Tabatinga e das Pacas. O padrão da drenagem na região é o dendrítico e os cursos d'água têm extensão reduzida e regime de fluxo perene. O município de Itapissuma está inserido totalmente no Domínio Hidrogeológico Intersticial que é composto de rochas sedimentares da Formação Beberibe, Grupo Barreiras, Depósitos Flúvio-marinhos e dos Depósitos Aluvionares.

O município de Igarassu, encontra-se inserido nos domínios do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Costeiros. Seus principais tributários são os rios: Igarassu, Palmeira, Jarapiá, Cumbé, Catucá, Botafogo, Itapicuru, Tabatinga, das Pacas, Paripe, Conga, Bonança, Utinga,

Monjope e Maniquara, além dos riachos: Jardim, Sto. Antônio, do Acio, do Paulo, Arrombado e o Arroio Desterro. Todos os cursos de água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem dendrítico. O município de Igarassu está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial, Domínio Hidrogeológico Karstico-fissural e no Domínio Hidrogeológico Fissural. O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares da Formação Beberibe, Grupo Barreiras, Depósitos Aluvionares e dos Depósitos Flúvio-marinhos. O Domínio Fissural é formado de rochas do embasamento cristalino que engloba o subdomínio rochas metamórficas do Complexo do Complexo Salgadinho.

O município de Paulista está inserido nas bacias dos rios Botafogo, Utinga, Pitanga, Timbó, Paratibe e na bacia do Rio Capibaribe, onde ocupa uma pequena parcela. Os principais Rios que banham Paulista são: Rio Timbó e Rio Paratibe (em cuja margem direita, em volta do Engenho Paratibe surgiu Paulista). Ao aproximar-se do mar o Rio Frágoso reúne-se ao Rio Paratibe formando o Rio Doce que separa Paulista da Cidade de Olinda, antes de desaguar no mar, na praia Enseadinha, ao sul da praia do Janga. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento Intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

Figura 8: Composição hidrográfica da área de estudo. As bacias GL1; GL6; Capibaribe e Goiana alimentam os principais afluentes da área de estudo



Fonte: EMBRAPA (2000); CPRM (2001); IBGE (2020). Elaborado pelo autor (2022).

#### 2.1.4. Aspectos Pedológicos

A diversidade pedológica é resultado da soma do arcabouço litoestrutural, da atuação da drenagem e da ação do clima. O clima quente e úmido atua diretamente sobre o meio físico da região e reflete toda a morfologia do relevo e desenvolvimento dos solos. Nesse sentido, a atuação do intemperismo, principalmente químico, sobre essas rochas contribuem na diversidade dos solos.

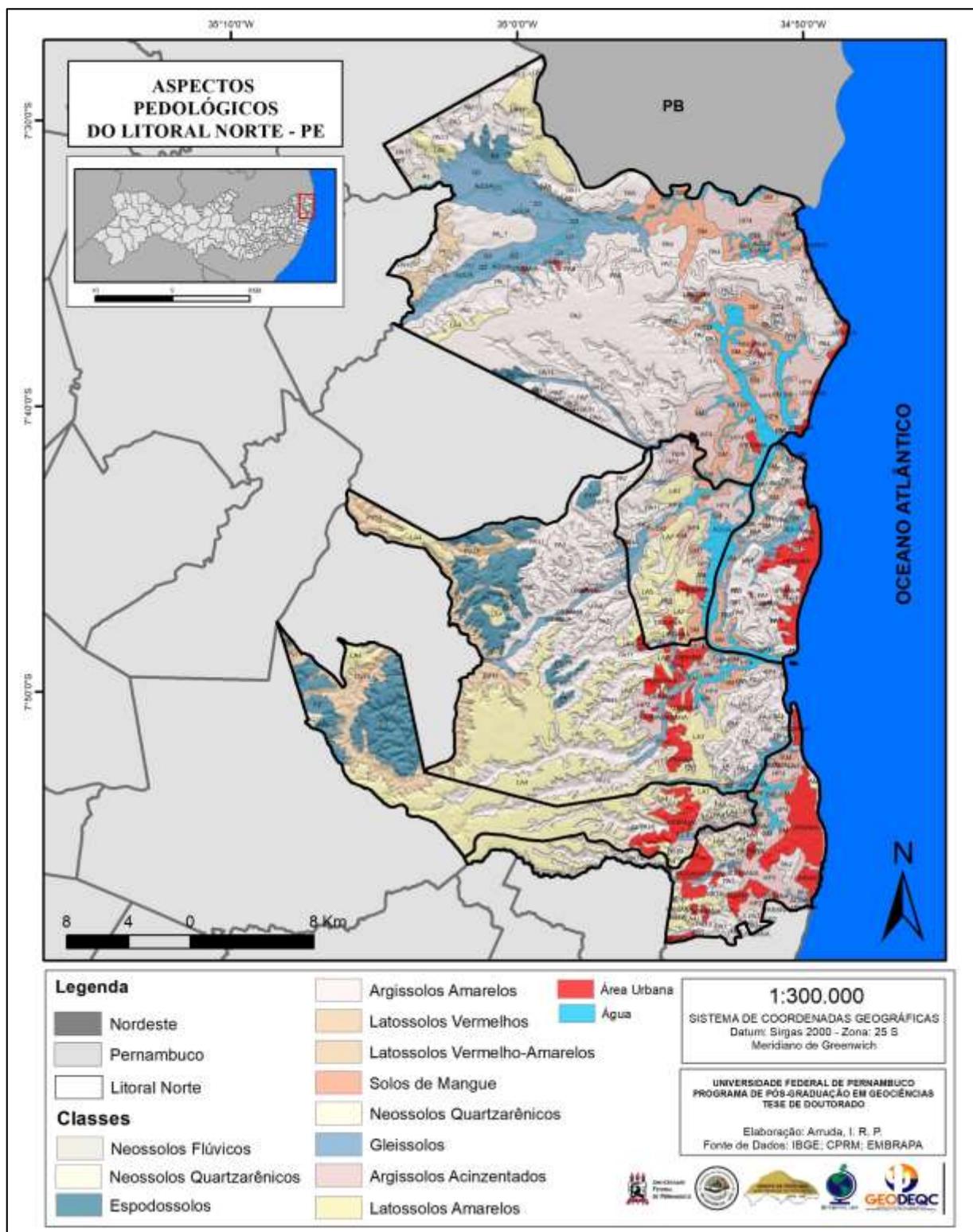
A área de estudo possui solos pedogeneticamente desenvolvidos e solos poucos desenvolvidos. Adotando como referência o mapeamento pedológico realizado pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE), encontram-se representados na área os seguintes solos: Argissolos, Espodossolos, Latossolos além dos Gleissolos e os Neossolos (Figura 9).

Os Argissolos, encontram-se localizados em boa parte da área de estudo, pois são solos desenvolvidos na Formação Barreiras, originado de rochas sedimentares ou sob influência destas. Apresentam um horizonte de acumulação de argila bastante expressivo, em B textural (Bt), com cor predominante em vermelho-amareladas devido à grande presença dos óxidos de ferro hematita, goethita e alguns outros minerais primários (Arruda, 2020).

Já os Latossolos, normalmente são homogêneos, com pouca variação entre os horizontes e/ou camadas. São pacotes bastante profundos, bem drenados e possuem uma textura granulométrica entre média a mais fina, ou seja, argilosa e muito argilosa) e são solos pouco férteis. Na área predominante dos tabuleiros costeiros predominam a presença dos solos distróficos coesos, principalmente dos Latossolos Amarelos.

Nas áreas de domínio da Formação Barreiras temos a presença dos Latossolos presente tipicamente em um relevo mais suave ondulado e plano. Os Latossolos são muito frequentes no estado de Pernambuco. Bastante intemperizados, normalmente profundos e com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade, muito ácidos e com baixa saturação por bases (Santos et. al, 2013; Jatobá, 2014; Jatobá, et al., 2014).

Figura 9: Mosaico pedológico na área de estudo.



Fonte: EMBRAPA (2000); CPRM (2001); IBGE (2020). Elaborado pelo autor (2022)

Os Espodossolos são classificados como solos, em sua maioria, moderadamente a fortemente ácidos, frequentemente apresentando baixa saturação por bases (distróficos) e, em alguns casos, elevados teores de alumínio extraível (Silva, et al., 2020). Sua textura predominante é arenosa, podendo variar para textura média e, mais raramente, argilosa, com tendência à textura média ou siltosa no horizonte B espódico (Bezerra, 2006). Esses solos se formam, principalmente, a partir de materiais arenoquartzosos, em condições de clima tropical e subtropical, ocorrendo em relevos planos, suavemente ondulados ou ondulados. Estão associados a ambientes com elevada umidade, como áreas de nascentes, bacias de drenagem e depressões, sob diferentes tipos de cobertura vegetal.

Na área de estudo, predominam os Gleissolos, que são solos minerais formados sob condições de alagamento, permanente ou temporário, resultando na formação de um horizonte glei nos primeiros 50 cm do perfil (Guimarães, et al., 2013). Este horizonte apresenta coloração acinzentada, refletindo os efeitos das variações do lençol freático, que controlam os processos de oxirredução do ferro. Em sua maioria, os Gleissolos são classificados como solos com drenagem deficiente a muito deficiente (Bezerra, 2006). No entanto, quando situados em feições geomorfológicas moderadamente mais elevadas na barreira, como os terraços fluviais, podem apresentar condições que favorecem uma condução mais eficaz, variando de imperfeita a moderada.

Na área de estudo, ocorrem manchas consideráveis de Neossolos, caracterizados como solos formados a partir de material mineral ou orgânico pouco espesso, com atributos diagnósticos insuficientemente desenvolvidos para evidenciar os processos pedogenéticos típicos (Leite, 2022). Essa limitação pode ser atribuída à maior resistência do material de origem ou a condições restritivas impostas pelos fatores de formação, como clima, relevo ou tempo (Bezerra, 2006). Esses solos apresentam ampla variabilidade em suas características, podendo exibir alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, diferentes níveis de acidez, além de altos teores de alumínio e sódio. Os Neossolos também variam de rasos a profundos e apresentam permeabilidade que pode ser baixa ou alta, dependendo do contexto local.

### 2.1.5. Aspectos Paleontológicos

A bacia Paraíba possui um potencial fossilífero de grande notabilidade, com 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, 2017).

De acordo com Barreto e Polck (2021), com o surgimento do Geossítio K-Pg Mina Poty, em 2018, o Brasil avança com a sua primeira área formalmente preservada dentro de uma mineradora em funcionamento. Conforme as 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 grande variedade de moluscos (malacofauna). A Formação Itamaracá, localizada no litoral norte de Pernambuco, é amplamente reconhecida por sua diversidade de moluscos, constituindo um importante registro da malacofauna da região. Estudos paleontológicos realizados na área identificaram uma rica variedade de espécies, muitas das quais são indicadores paleoambientais valiosos. Entre os exemplos mais comuns estão bivalves como *Crassostrea brasiliana* (ostras) e *Anomalocardia brasiliana*, frequentemente encontrados em camadas sedimentares, evidenciando ambientes marinhos rasos e estuarinos do passado.

Além dos bivalves, a formação também apresenta uma diversidade de gastrópodes, como espécies do gênero *Nerita* e *Cerithium*, que habitam tanto zonas intertidais quanto subtidais. Estes moluscos são indicadores de ambientes costeiros tropicais com influência de águas salobras. A presença desses organismos na Formação Itamaracá não apenas contribui para a compreensão das condições paleoecológicas, mas também destaca a importância geológica e biológica da região, que pode ser valorizada em estudos de conservação e geoturismo.

Na Formação Marinha Farinha muitos espécimes foram coletados de idade cretácica 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).

Quase todas as camadas constituintes da Formação Maria Farinha são fossilíferas, contendo tanto macro como microfósseis, a exemplo dos cefalópodes nautilóides (Maury 1930) e *Hercoglossa lamegoi* (Oliveira 1940), exclusivos desta formação. A macrofauna é abundante e constituída notadamente por gastrópodes, lamelibrânquios, equinodermatas, crustáceos e restos de tartarugas (Beurlen 1967). Na microfauna os foraminíferos bentônicos dominam sobre os plantônicos (Oliveira 1978), indicando um ambiente de sedimentação pouco profundo, águas quentes, relativamente próximas à costa, com muitas oscilações constituindo uma seqüência sedimentar negativa incompleta, caracterizando, então o início da regressão marinha na Bacia Paraíba (Nascimento 2003).

O capeamento da Formação Gramame pela Formação Maria Farinha é bem exposto na pedreira Poty (Beurlen, 1967a, 1967b; Barbosa, 2003; Topan, 2018) que mostra uma brusca mudança de litologia, do calcário margoso da Formação Gramame para o calcário detrítico da Formação Maria Farinha. O contato destas formações reflete provavelmente uma rápida regressão marinha, reaparecendo uma fácies litorânea. Simultaneamente com esta mudança litológica, desaparecem os fósseis cretácicos da Formação Gramame.

### 2.1.6. Aspectos climatológicos

O Nordeste brasileiro, do ponto de vista geográfico, apresenta características climáticas distintas e peculiares em alguns pontos, que se diferem e muito do contexto geral de todo o território nacional (Silva, 2007).

Os principais sistemas atmosféricos que garantem a manutenção e distribuição das chuvas no Litoral Norte Pernambucano estão atrelados a uma complexa relação entre os sistemas: 1) A massa Tropical Atlântica, se apresenta como uma massa tropical quente e úmida que atua sobre o litoral e a Zona da Mata de Pernambuco. É também responsável pelas condições de instabilidade nos índices pluviométricos da área de estudo; 2) O Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, é um sistema de alta pressão semipermanente (subtropicais) sobre o sul do oceano Atlântico que intensifica sua influência no final do verão e faz com que haja um aumento na precipitação na região, no entanto, à medida que se afasta do continente, favorece na diminuição da precipitação.

Existe também a influência dos: 3) Vórtices Ciclônicos de alta Troposfera, são de origem tropical e em geral são persistentes, deslocam-se lentamente do oceano para o continente e vice-versa.; 4) Distúrbios Ondulatórios de Leste, são sistemas de escala sinótica, de longitudes horizontais que ocorrem na baixa Troposfera Tropical; 5) As Linhas de Instabilidade são zonas de instabilidade que fornecem massas de chuvas de forma alinhada.

Sabe-se da grande atuação do 6) Dipolo do Atlântico, fenômeno oceano/atmosférico que possibilita uma mudança anômala na temperatura da superfície, é responsável pela contribuição nos períodos secos e chuvosos da região. Assim, a soma desses sistemas atmosféricos, atuando sob uma gama de variáveis, são responsáveis pelos índices de precipitação e, a depender da quantidade/intensidade, são responsáveis por eventos extremos de grande magnitude e baixa recorrência (Uvo & Berndtsson, 1996; Molion & Bernardo, 2002; Ferreira e Mello, 2005; Corrêa, 2006; Mello et al., 2009; Robita et al., 2010; Robita, 2012; Girão et al., 2008; Girão et al., 2013; Sousa, 2019; Arruda, 2020).

### 2.1.7. Catalogação no Geossit e SIGEP

- **GEOSSIT**

O Geossit é o Sistema Integrado de Informações sobre Geodiversidade do Brasil, uma plataforma desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ele tem como objetivo reunir informações detalhadas sobre a geodiversidade do país, visando subsidiar a gestão e a proteção/conservação do patrimônio geológico brasileiro.

Essa ferramenta, associada ao Serviço Geológico do Brasil, permite o acesso a dados sobre geossítios e sítios da geodiversidade, que são locais de importância geológica, geomorfológica, paleontológica ou mineralógica. Esses locais são identificados, mapeados e descritos no Geossit, sendo considerados importantes para a ciência, educação, turismo e conservação ambiental. A plataforma facilita a consulta e o compartilhamento dessas informações, auxiliando pesquisadores, gestores, educadores e o público em geral a respeito da preservação/conservação e o uso sustentável desses recursos naturais.

O Geossit, tem papel de suma importância no inventário, qualificação e avaliação quantitativa de geossítios e sítios da geodiversidade em nível nacional e em áreas envolvendo geoparques e/ou áreas de conservação. Para criação do inventário e qualificação o aplicativo serve para catalogar e qualificar e quantificar os geossítios e sítios da geodiversidade, ajudando a identificar locais de importância geológica e dos demais elementos da geodiversidade.

A avaliação quantitativa utilizada na plataforma deu-se a partir de metodologias consagradas e atualizadas para quantificar o valor científico, educativo e turístico dos sítios, além de avaliar o risco de degradação. Inicialmente o aplicativo estava baseado nas metodologias de Brilha (2005) e Garcia-Cortés & Urquí (2009), atualmente segue as diretrizes de Brilha (2016), com adaptações. Além disso, o Geossit assegura que os geossítios e sítios sejam avaliados com base em critérios de representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico.

Salienta-se que é importante o usuário compreender a definição de: a) Geossítios: considerados na literatura como locais bem delimitados geograficamente e que concentram formações geológicas com um grande valor científico, estético, ecológico, turístico, cultural, econômico e educativo. Rochas, fósseis e o solo podem estar entre as características próprias destes locais e ajudam a contar a história da Terra (Jorge; Guerra, 2016); b) Sítios da geodiversidade: apresentam elementos da geodiversidade que não possuam tanta relevância científica, mas que se

destacam por caráter educativo e outros valores (geomorfológicos, econômicos, turísticos, sociais) (Brilha, 2016; Santos, 2016); c) Um conjunto de geossítios e/ou sítios formam o Geopatrimônio de uma determinada área (Guimarães, 2016; Arruda, et al., 2023).

Recentemente, a União Internacional dos Sítios Geológicos (IUGS), uma comissão vinculada à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), define algumas áreas selecionadas como sítio de patrimônio geológico (local que contém elementos geológicos e/ou processos de importância científica internacional). Esses sítios são utilizados como referência e desempenham um papel significativo no avanço das geociências ao longo da história e popularização da temática. Esse trabalho adota as nomenclaturas e classificações definidas pelo Geossit.

Assim, referente ao quesito classificação, o aplicativo define que: 1) Os geossítios têm relevância nacional (valor científico  $\geq 200$ ) ou internacional (valor científico  $\geq 300$ ). O patrimônio geológico é justificado por seu valor científico e é de interesse nacional ou internacional; Já para os 2) Sítios da Geodiversidade são considerados de interesse nacional (valor  $\geq 200$ ) ou regional/local (valor  $< 200$ ).

A avaliação detalhada do geoambiente foca em três áreas principais: Valor Científico, Risco de Degradação e Potencial Valor Educativo e Turístico. O valor científico está subdividido em: A1 – Representatividade; A2 - Local-tipo; A3 - Reconhecimento científico; A4 – Integridade; A5 - Diversidade geológica; A6 – Raridade e A7 - Limitações ao uso.

O Risco de degradação está subdividido em: B1 - Deterioração de elementos geológicos; B2 - Proximidade a áreas atividades com potencial para causar degradação; B3 - Proteção legal; B4 – Acessibilidade e B5 - Densidade populacional.

E por último, o potencial de valor educativo e turístico está subdividido em: C1 – Vulnerabilidade; C2 - Acesso rodoviário; C3 - Caracterização do acesso ao sítio; C4 – Segurança; C5 – Logística; C6 - Densidade populacional; C7 - Associação com outros valores; C8 - Beleza cênica; C9 – Singularidade; C10 - Condições de observação; C11 - Potencial didático; C12 - Diversidade geológica; C13 - Potencial para divulgação; C14 - Nível econômico; e C15 - Proximidade a zonas recreativas.

A quantificação de um geoambiente é fundamental para o planejamento e desenvolvimento de estratégias de valorização, conservação e geodivulgação do geopatrimônio. Este método quantitativo, com sua linguagem clara e objetiva, facilita a compreensão por gestores, diretores do

território e demais avaliadores, promovendo o gerenciamento territorial, o planejamento ambiental, a conservação e a gestão eficaz dos sítios para as gerações futuras.

### **Levantamento dos sítios pernambucanos cadastrados na plataforma Geossit**

O geopatrimônio de Pernambuco tem sido objeto de inventário contínuo por mais de duas décadas, com contribuições significativas de pesquisadores como Seabra e Mariano (2004), Bem (2011), França e Mariano (2011), Santos (2012; 2016), Mariano et al. (2012), Nascimento (2012), Guimarães (2013; 2016), Arruda (2013), Guimarães et al. (2017; 2020; 2021), Arruda et al. (2017), Sousa et al. (2018), Gama et al. (2021), Gama e Guimarães (2022), Arruda et al. (2023; 2024), entre outros, conforme detalhado no trabalho de Arruda (2024, no prelo). Com base nesses estudos, foram selecionados todos os sítios que integram o geopatrimônio do estado de Pernambuco conforme dados cadastrados na plataforma Geossit (Figura 10).

Destaca-se que, apesar dos avanços significativos na catalogação, inventariação e quantificação realizados nos últimos anos, muitos desses trabalhos ainda não foram integrados à plataforma. A saber, por exemplo, o inventário proposto por França (2016) no município de Lagoa dos Gatos e as de Santos (2016) na porção do Agreste ainda não foram inseridas/compiladas no sistema. Recentemente, o trabalho de Lima (2022), que se concentrou em formações de marmitas no distrito de Fazenda Nova, município de Brejo da Madre de Deus também não foram inseridas. Na porção mais oeste, no agreste e sertão, outros inventários a nível de graduação foram desenvolvidos. Mas, nenhum deles foram inseridos no sistema (Arruda et al., 2024), apesar de o sistema ser de fácil acesso e manuseio simples.

A ausência de mais registros de inventários no sistema pode ser atribuída a dois fatores principais. Primeiro, embora os pesquisadores frequentemente utilizem a ferramenta para compilar dados e realizar análises quantitativas, muitos deles não disponibilizam essas informações na plataforma devido à falta de políticas institucionais ou incentivos para compartilhar seus resultados. Em segundo lugar, há casos em que os pesquisadores, especialmente em regiões mais afastadas ou com menos acesso a recursos, desconhecem o uso da plataforma ou não são adequadamente treinados para utilizá-la de forma eficiente. Isso reflete a necessidade de maior divulgação, treinamento e incentivo por parte do Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM para garantir que os dados coletados sejam devidamente inseridos e disponibilizados para a comunidade científica e demais interessados.

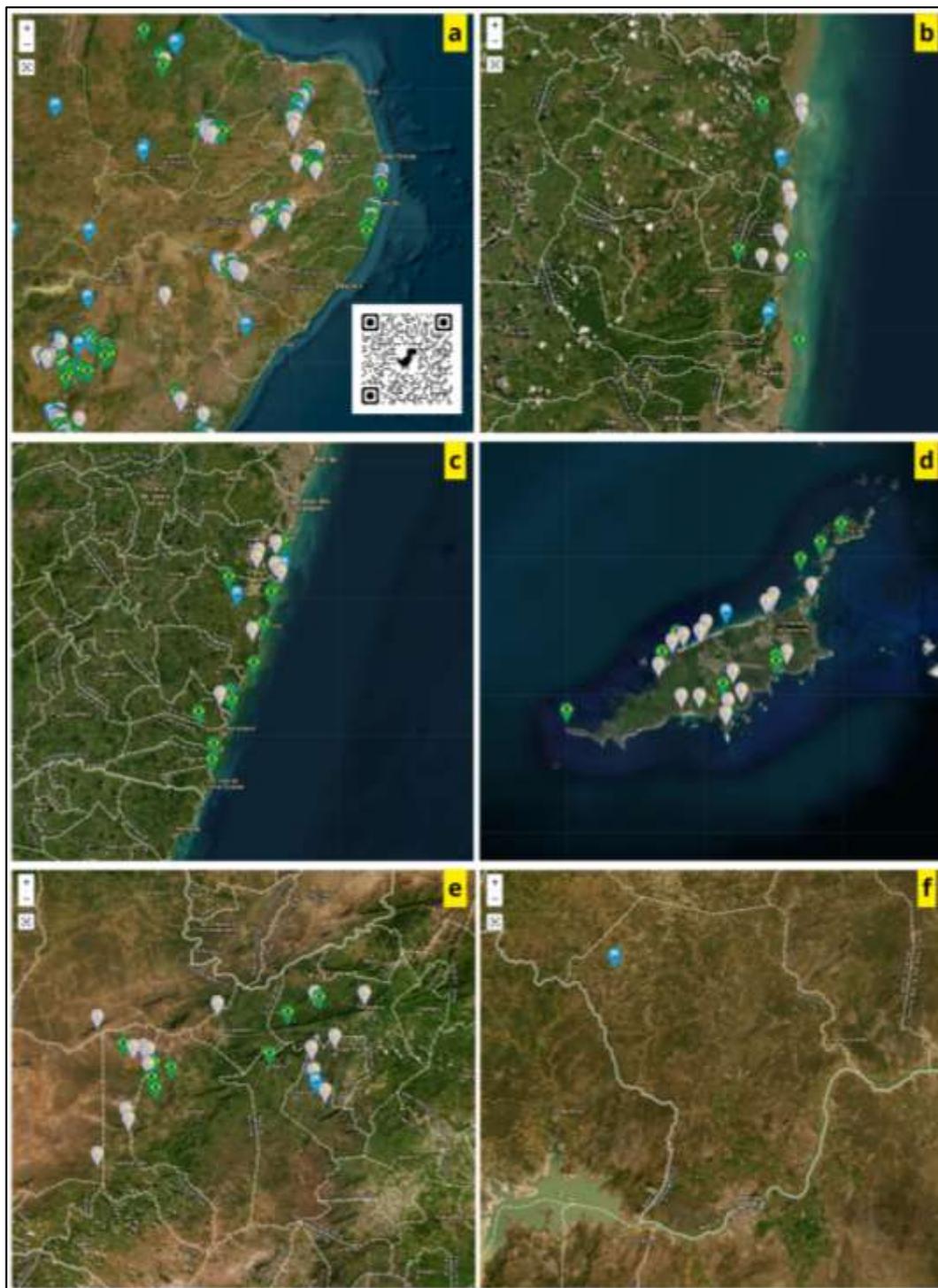
A análise do panorama geral do estado de Pernambuco em relação ao Brasil, com base no Geossit, revela uma concentração significativa de estudos na porção litorânea, incluindo o distrito de Fernando de Noronha. Além disso, observa-se uma distribuição relevante de trabalhos nas regiões entre o agreste e o sertão pernambucano, bem como no sertão de São Francisco. Esses padrões indicam uma focalização geográfica nas áreas costeiras e em determinadas sub-regiões interiores, sugerindo a necessidade de uma expansão das pesquisas para áreas menos estudadas dentro do estado.

Os sítios quando inventariados e disponibilizados no Geossit, por exemplo (Figura 10), são fundamentais para conservar o patrimônio geológico por meio do valor científico, educativo e cultural. Eles permitem estudos sobre a história evolutiva da Terra, apoiam o geoturismo sustentável, impulsionam economias locais e ajudam na conscientização ambiental. Além disso, quando realizado planejamento ambiental com foco na geodiversidade, esses estudos permitem conservar registros geológicos e geomorfológicos valiosos.

O inventário do geopatrimônio é essencial para identificar e conservar os recursos geológicos de uma região. Ele ajuda a proteger geossítios contra ameaças, promove o geoturismo sustentável e serve como base para a criação de geoparques, que combinam conservação e desenvolvimento local. Além disso, o inventário aumenta a conscientização sobre a geodiversidade e apoia a educação e pesquisa científica, garantindo que os recursos geológicos sejam valorizados e preservados para futuras gerações. No Litoral Norte, foram inventariados 14 sítios (todos em análise), enquanto na porção metropolitana não há registros de inventários no site (reforça-se que existe trabalho de inventário). No Litoral Sul, identificam-se 33 sítios cadastrados (14 deles em análise). O distrito de Fernando de Noronha contabiliza 26 sítios recentemente cadastrados na plataforma (todos em análise) (Figura 10).

A Zona da Mata pernambucana, no entanto, não possui áreas inventariadas ou quantificadas, conforme os dados disponíveis. Na porção central, que corresponde à zona de transição entre o agreste e o sertão pernambucano, foram identificados 25 sítios catalogados (todos consistido). Já no Sertão de São Francisco, há apenas um único geossítio registrado (em análise) (Figura 01), mesmo a temática tendo sido popularizada na região e muitos trabalhos de conclusão a nível de graduação terem sido realizados, os geossítios catalogados não foram inseridos, no Geosit.

Figura 10: Distribuição dos sítios no estado de Pernambuco. A- Panorama central do estado; B- Litoral Norte; C- Litoral Sul; D- Fernando de Noronha; E-Agreste e Sertão Pernambucano (pequeno recorte) e F-Sertão de São Francisco (Petrolina e áreas adjacentes).



Fonte: Adaptado do Geossit (2024).

- **SIGEP**

O SIGEP (Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos) é um órgão colegiado de caráter técnico-científico, criado com o objetivo de identificar, inventariar, proteger e divulgar os sítios geológicos e paleobiológicos de relevância científica, educativa e cultural no Brasil.

A comissão, instituída em 1997, é vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), sendo composta por representantes de diversas instituições, como universidades, institutos de pesquisa e órgãos de conservação ambiental. A missão do SIGEP é promover a preservação do patrimônio geológico e paleontológico nacional, contribuindo para o avanço do conhecimento científico e a valorização desse patrimônio como recurso educacional e turístico. Para isso, a comissão realiza inventários detalhados, classificando e avaliando sítios com base em critérios como relevância científica, representatividade, estado de conservação e potencial de uso público.

Os sítios selecionados são amplamente divulgados por meio de publicações e plataformas digitais, permitindo seu uso em atividades de ensino, pesquisa e geoturismo. Entre os resultados do trabalho do SIGEP, destaca-se a publicação do Inventário dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil, que reúne informações sobre dezenas de locais de interesse em todo o território nacional.

Esses sítios, que variam desde formações geológicas únicas até fósseis que registram a evolução da vida, desempenham papel crucial na promoção da geoconservação e no fortalecimento da identidade científica e cultural brasileira. Por meio de ações integradas, o SIGEP contribui para a sustentabilidade e a conscientização pública sobre a importância de preservar o patrimônio natural para as futuras gerações.

### **Volumes do Inventário SIGEP e Propostas Recentes de Sítios Geológicos e Paleobiológicos**

O inventário produzido pelo SIGEP, que reúne informações sobre os sítios geológicos e paleobiológicos mais relevantes do Brasil, está organizado em três volumes, cada um com uma classificação detalhada dos sítios de acordo com suas características científicas.

O Volume 1 apresenta 58 sítios, divididos em: Parte 1: Sítios Paleontológicos (17 sítios); Parte 2: Sítios Paleoambientais (9 sítios); Parte 3: Sítios Sedimentológicos (5 sítios); Parte 4: Sítios Geomorfológicos (9 sítios); Parte 5: Sítios Marinhos (4 sítios); Parte 6: Sítio Ígneo (1 sítio); Parte

7: Sítios Espeleológicos (9 sítios); Parte 8: História da Geologia (3 sítios); Parte 9: Astroblema (1 sítio).

O Volume 2, por sua vez, contém 40 sítios geológicos organizados nas seguintes categorias, sendo eles subdivididos em: Parte 1: Sítios de Astroblemas (2 sítios); Parte 2: Sítios Espeleológicos (2 sítios) Parte 3: Sítios Estratigráficos (1 sítio); Parte 4: Sítios Geomorfológicos (8 sítios); Parte 5: Sítios Hidrogeológicos (1 sítio); Parte 6: Sítios da História da Geologia e da Mineração (3 sítios); Parte 7: Sítios Ígneos (2 sítios); Parte 8: Sítios Marinhos (1 sítio); Parte 9: Sítios Paleoambientais (3 sítios); Parte 10: Sítios Paleontológicos (15 sítios); Parte 11: Sítios Sedimentológicos (1 sítio); Parte 12: Sítios Tectônicos (1 sítio).

Já o Volume 3 é o mais recente, apresentando 18 sítios classificados em: Parte 1: Sítios de Astroblemas (1 sítio); Parte 2: Sítios Geomorfológicos (6 sítios); Parte 3: Sítios da História da Geologia, da Paleontologia e da Mineração (2 sítios); Parte 4: Sítios Paleoambientais (1 sítio); Parte 5: Sítios Paleontológicos (5 sítios); Parte 6: Sítios Sedimentológicos (3 sítios); Parte 7: Descrições de Sítios com Linguagem Popular (4 sítios).

Além dos volumes publicados, o SIGEP divulgou recentemente um mapa e uma lista de 49 propostas de sítios geológicos e paleobiológicos aprovados que ainda não foram incluídos nas publicações. Essas propostas refletem o contínuo trabalho da comissão em identificar e valorizar o patrimônio geológico e paleobiológico do Brasil, expandindo o alcance do inventário e promovendo a geoconservação.

### **Levantamento dos sítios pernambucanos cadastrados no SIGEP**

Pernambuco conta com diversos sítios geológicos e paleobiológicos de relevância científica e patrimonial cadastrados no SIGEP. Esses sítios destacam-se pela importância histórica, cultural, científica e ambiental, representando as riquezas geológicas do estado. Abaixo, seguem os principais sítios cadastrados:

1. Pedra Furada de Venturosa, PE - Raro arco granítico com enclaves dioríticos (Sítio 063)<sup>6</sup>;
2. Arrecifes, a Calçada do Mar de Recife, PE - Importante registro holocênico de nível relativo do mar acima do atual (Sítio 040)<sup>7</sup>;

<sup>6</sup> Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio063/sitio063.pdf>. Acessado dia 08 de novembro de 2024.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio040/sitio040.pdf%20>. Acessado dia 08 de novembro de 2024.

3. Ignimbrito do Engenho Saco, Ipojuca, PE - Registro de vulcanismo explosivo cretácico na Província Magmática do Cabo (Sítio 103)<sup>8</sup>;
4. Granito do Cabo de Santo Agostinho, PE - Único granito conhecido de idade cretácea do Brasil (Sítio 111)<sup>9</sup>;

Assim, o SIGEP desempenha um papel essencial na valorização e preservação do patrimônio geológico e paleobiológico do Brasil. Ao identificar, catalogar e divulgar sítios de relevância científica, histórica e cultural, a comissão contribui significativamente para o avanço das geociências e para a conscientização sobre a importância desses recursos para a identidade e o desenvolvimento sustentável do país. No caso de Pernambuco, os sítios cadastrados não apenas revelam a riqueza natural e cultural do estado, mas também reforçam seu papel como protagonista em estudos que abrangem desde a paleontologia até a geomorfologia costeira.

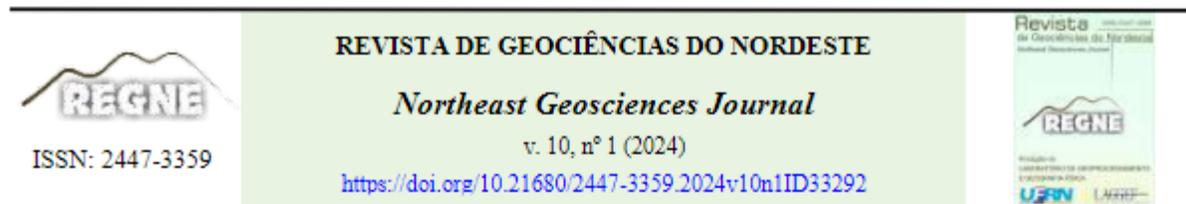
Sabe-se que a popularização das geociências é igualmente crucial para ampliar o alcance desse conhecimento. Por meio de iniciativas de educação, geoturismo e geoconservação, é possível aproximar a sociedade dos elementos geológicos que compõem a história e a dinâmica do planeta. Isso fortalece o senso de responsabilidade ambiental e incentiva práticas sustentáveis, garantindo que esse patrimônio seja conservado para as futuras gerações. Assim, o SIGEP não apenas documenta o passado, mas também inspira um futuro onde ciência, cultura e desenvolvimento caminhem lado a lado, promovendo o Brasil como referência global em geoconservação e valorização do patrimônio natural.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio103/sitio103.pdf%20>. Acessado dia 08 de novembro de 2024.

<sup>9</sup> Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio111/sitio111.pdf>. Acessado dia 08 de novembro de 2024.

## CAPÍTULO 03 – ARTIGO: APLICAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E SUAS ABORDAGENS NO GEOPATRIMÔNIO PERNAMBUCANO: UM ESTUDO DE CASO



### Aplicação da Geodiversidade e suas abordagens no geopatrimônio pernambucano: Um estudo de caso<sup>1</sup>

#### *Application of Geodiversity and its approaches in pernambuco geopatrimony: a case study*

Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>; Gorki Mariano<sup>2</sup>; Thais de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>; Danielle Gomes da Silva Listo<sup>4</sup>

- <sup>1</sup> Doutorando em Geociências, Mestre em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. E-mail: italo.arruda@ufpe.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2621-5993>
- <sup>2</sup> Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. E-mail: gorki.mariano@ufpe.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7861-0947>
- <sup>3</sup> Doutora em Geociências, Universidade de Pernambuco, Colegiado de Geografia, Petrolina/PE, Brasil. E-mail: thais.guimaraes@upe.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2907-3209>
- <sup>4</sup> Doutora em Geografia, Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife/PE, Brasil. E-mail: danielle.listo@ufpe.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9391-1211>

**Resumo:** Este artigo proporciona uma identificação da aplicabilidade dos conceitos de geodiversidade, geoconservação, geoturismo e geoeducação voltado ao estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A metodologia adotada foi a de revisão de literatura baseada na consulta de dados publicados em plataformas digitais, periódicos, anais de eventos e repositórios nacionais e internacionais pertinentes ao tema, dentro de uma escala de análise temporal dos últimos 20 anos. Sabe-se que ambos os conceitos ganharam grande relevância na contemporaneidade dentro das geociências, geografia e áreas afins, proporcionando um olhar diferenciado aos elementos abióticos e a sua manutenção e/ou conservação às futuras gerações. Sabe-se que boa parte desses elementos da geodiversidade permitem compreender a evolução dos processos exógenos, endógenos e das paleopaisagens, tornando-os verdadeiros testemunhos da evolução da Terra. A diretriz norteadora é o conhecimento e/ou avanço da utilização desses conceitos e práticas no viés da promoção do território atrelado a práticas ecológicas e de um turismo sustentável.

**Palavras-chave:** Geopatrimônio; Geodiversidade; Pernambuco.

**Abstract:** This article provides an identification of the applicability of the concepts of geodiversity, geoconservation, geotourism and geoeducation aimed at the state of Pernambuco, Northeast Brazil. The methodology adopted was a literature review based on consultation of data published on digital platforms, periodicals, event annals and national and international repositories relevant to the topic, within a temporal analysis scale of the last 20 years. It is known that both concepts have gained great relevance in contemporary times within geosciences, geography and related areas, providing a different perspective on abiotic elements and their maintenance and/or conservation for future generations. It is known that a large part of these geodiversity elements allow us to understand the evolution of exogenous and endogenous processes and paleolandscapes, making them true testimonies of the Earth's evolution. The guiding principle is the knowledge and/or advancement of the use of these concepts and practices with a view to promoting the territory linked to ecological practices and sustainable tourism.

**Keywords:** Geoheritage; Geodiversity; Pernambuco.

Recebido: 19/07/2023; Aceito: 10/04/2024; Publicado: 07/05/2024.

<sup>1</sup> 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.

## Aplicação da Geodiversidade e suas abordagens no geopatrimônio pernambucano: Um estudo de caso

Revista de Geociências do Nordeste – Qualis Capes: A2

DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n1ID33292>

Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>; Gorki Mariano<sup>2</sup>; Thaís de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>; Danielle Gomes da Silva Listo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Geociências, Mestre em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. Email: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2621-5993>

<sup>2</sup> Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. Email: [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7861-0947>

<sup>3</sup> Doutora em Geociências, Universidade de Pernambuco, Colegiado de Geografia, Petrolina/PE, Brasil. Email: [thais.guimaraes@upe.br](mailto:thais.guimaraes@upe.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2907-3209>

<sup>4</sup> Doutora em Geografia, Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife/PE, Brasil. Email: [danielle.listo@ufpe.br](mailto:danielle.listo@ufpe.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9391-1211>

**Resumo:** Este artigo proporciona uma identificação da aplicabilidade dos conceitos de geodiversidade, geoconservação, geoturismo e geodiversidade voltado ao estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A metodologia adotada foi a de revisão de literatura baseada na consulta de dados publicados em plataformas digitais, periódicos, anais de eventos e repositórios nacionais e internacionais pertinentes ao tema, dentro de uma escala de análise temporal dos últimos 20 anos. Sabe-se que ambos os conceitos ganharam grande relevância na contemporaneidade dentro das geociências, geografia e áreas afins, proporcionando um olhar diferenciado aos elementos abióticos e a sua manutenção e/ou conservação às futuras gerações. Sabe-se que boa parte desses elementos da geodiversidade permitem compreender a evolução dos processos exógenos, endógenos e das paleopaisagens, tornando-os verdadeiros testemunhos da evolução da Terra. A diretriz norteadora é o conhecimento e/ou avanço da utilização desses conceitos e práticas no viés da promoção do território atrelado a práticas ecológicas e de um turismo sustentável.

**Palavras-chave:** Geopatrimônio; Geodiversidade; Pernambuco.

**Abstract:** This article provides an identification of the applicability of the concepts of geodiversity, geoconservation, geotourism and geodiversity aimed at the state of Pernambuco, Northeast Brazil. The methodology adopted was a literature review based on consultation of data published on digital

platforms, periodicals, event annals and national and international repositories relevant to the topic, within a temporal analysis scale of the last 20 years. It is known that both concepts have gained great relevance in contemporary times within geosciences, geography and related areas, providing a different perspective on abiotic elements and their maintenance and/or conservation for future generations. It is known that a large part of these geodiversity elements allow us to understand the evolution of exogenous and endogenous processes and paleolandscapes, making them true testimonies of the Earth's evolution. The guiding principle is the knowledge and/or advancement of the use of these concepts and practices with a view to promoting the territory linked to ecological practices and sustainable tourism.

**Keywords:** Geoheritage; Geodiversity; Pernambuco.

## 1. Introdução

A região do Nordeste do Brasil é formada por nove estados que possuem características e paisagens heterogêneas do ponto de vista natural, social, histórico e cultural. É classificada e compreendida como uma área bastante complexa, dinâmica e variável diante do ponto de vista dos elementos abióticos e ativa diante dos elementos bióticos. Portanto, é um território com vastos elementos da geodiversidade e biodiversidade que precisam ser mensurados, avaliados e conservados mediante a sua utilização e/ou exploração, pois ambas exercem um papel fundamental para a dinâmica de um geoambiente (determinado local de análise para estudo da geodiversidade) (ARRUDA, et al., 2023).

O meio natural como um todo caracteriza-se por abranger todos os elementos bióticos (com vida) e abióticos (sem vida) do Planeta, bem como todos os processos a ele relacionados (GUIMARÃES, 2016). Assim, os elementos vivos presentes na Terra constituem a biodiversidade (amplamente conhecida e divulgada na biologia e áreas afins), enquanto os elementos abióticos representam a geodiversidade (em um estágio interessante de desenvolvimento no meio acadêmico, tanto de evolução teórica e metodológica, quanto de conhecimento), inserida nas geociências, geografia e áreas afins que versam sobre a temática.

As paisagens naturais, amplamente conceituada pela geologia, geomorfologia e espaço geográfico, são resultantes de processos construtivos e erosivos que proporcionam feições singulares nas formas de relevo e elas, muitas vezes, possuem testemunhos que contam sua história evolutiva. Atribui-se desde a gênese de uma Cordilheira até mesmo os depósitos sedimentares de suas encostas. Portanto, os monumentos geológicos e as formas geomorfológicas oriundos desses e de outros processos, quais sejam mecânicos, químicos e biológicos representam, individualmente e no conjunto, uma das maiores riquezas do cenário paisagístico brasileiro, por exemplo. A atuação

antrópica, recentemente, tem contribuído também na modificação da paisagem, seja pelos critérios sociais, econômicos, turísticos, políticos e outros.

Conforme literatura, toda essa variedade geológica, estratigráfica, geomorfológica, pedológica, paleontológica, hidrográfica, hidrogeológica, mineralógica, bem como outros sistemas, resultantes dos processos naturais endógenos e exógenos e da atuação antrópica são compreendidos como Geodiversidade e embasam todo o patrimônio de um determinado ambiente (BRILHA, 2016; SANTOS, 2016; GUIMARÃES, 2016; ARRUDA, et al., 2022ab; ARRUDA, et al., 2024a). Quando definido e selecionado os critérios e métodos de análise, a área torna-se palco de investigação e divulgação da geodiversidade e temáticas afins, com o objetivo de conservar de forma racional e sustentável esses elementos naturais.

Conforme o conceito proposto por Stanley (2000), adotado pela *Royal Society for Nature Conservation*, essas feições de caráter geológico-geomorfológicas constituem a Geodiversidade que representa a abundância de elementos dos ambientes naturais, fenômenos e processos ativos, que resultam em paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem o alicerce da vida na Terra.

No que afirma Gray (2004), a Geodiversidade permite incluir a diversidade natural na conservação, no planejamento, no turismo e na educação através de diferentes formas, por exemplo: sítios da geodiversidade, geossítios, patrimônio geológico e/ou geomorfológico, geoparques e áreas conservadas e/ou protegidas. Em 2019, Gray apresenta uma visão conceituada renovada sobre a inserção da geodiversidade na prestação de diversos tipos de serviços ecossistêmicos para sociedade contemporânea, anteriormente reforçada por Gray; Gordon; Brown (2013). Arruda et al (2023), conceituam toda essa diversidade abiótica como um verdadeiro geopatrimônio e que ambos os elementos, de caráter científico, turístico, pedagógico, educacional, social, cultural e econômico precisam ser reconhecidos, mensurados, catalogados e geoconservados (através da prática do geoturismo e de propostas viáveis da geoeducação).

De acordo com Brilha (2005), um geossítio está definido com à existência de um ou mais elementos da geodiversidade que afloram à superfície terrestre, fruto de ações naturais e/ou antrópicas e que tenha valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro. Ainda de acordo com o autor supracitado acima, os espanhóis definem o termo geossítio como sinônimo de “geotopo” ou “Lugar de Interesse Geológico – LIG”, e que corresponde à ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade que afloram à superfície terrestre com delimitação geográfica e

valores científicos, educacionais, culturais e históricos a ele agregado. Conforme Santos (2012), um geossítio (Geotopo) é uma área que se destaca na geodiversidade por apresentar um valor excepcional.

Assim, o foco de análise dessa pesquisa versa sobre o estado de Pernambuco, um dos estados integrantes da região do NE do Brasil, que possui aproximadamente 187 km de praias e uma área total de 98.149,119 km<sup>2</sup>, subdividido em quatro sub-regiões, sendo elas: litoral (subdividida nos setores norte, metropolitano e setor sul), zona da mata (subdividida em norte e sul), agreste e sertão (subdividida em São Francisco e Pernambucano), onde estão presentes baías, pontais, lagoas, estuários, manguezais, piscinas naturais, serras, brejos de altitude, depressões, inselbergs, batólitos, planaltos e tantos outros atrativos que fazem do estado, um dos principais destinos turísticos de Sol e Praia (área litorânea), por exemplo, do Nordeste.

A região litorânea, de forma generalista, é compreendida como um espaço que contempla esses elementos da geodiversidade em abundância e com uma interação bastante vasta entre as ações antrópicas e naturais e é integrada pela comunidade científica, com base nos materiais publicados a nível regional, nacional e internacional, como área de geopatrimônio (ARRUDA, et al., 2024b), ou seja, conjunto de elementos naturais que somado com as atividades antrópicas exercem um importante papel socioeconômico na prática, por ser enorme fonte de recursos na exploração e utilização para a comunidade local. Têm-se conhecimento que os processos sociais, culturais e históricos estão englobados e juntos possuem uma história e valores únicos. E dentro das discussões da geodiversidade, esses processos permitem o planejamento ambiental, ordenamento territorial e o próprio desenvolvimento regional quando pensando em sua totalidade, no uso racional e sustentável, como também na garantia desses elementos às gerações futuras.

Nos últimos anos, essa região, a litorânea, vem ganhando destaque pelo elevado potencial para o estudo da geodiversidade, pelas múltiplas áreas de interesse geológico, geomorfológico e da vasta diversidade dos elementos abióticos somada com paisagens bastante atrativas correlacionadas a história e cultura local. Acrescenta-se ainda que muitos outros trabalhos foram sendo desenvolvidos por todo o território proporcionando uma gama de pesquisas de grande relevância, que serão apresentados aqui dentro de uma escala de análise temporal dos últimos 20 anos.

Portanto, a pesquisa em tela, justifica-se pela compreensão de estudos em Pernambuco envolvendo a temática da geodiversidade e conceitos afins, no intuito de levar a discussão, já

fomentada, a comunidade no geral, além de discutir/promover as estratégias de geoconservação que já foram sugeridas e estão ligadas a um geoturismo sustentável para a região. Com base na temática da Geodiversidade, realizou-se esse estudo na necessidade de descrever as potencialidades do Estado de Pernambuco, bem como seus elementos da Geodiversidade, e a inserção da prática do geoturismo como uma atividade de desenvolvimento sustentável e dos fornecimentos de materiais científicos, didáticos, informacionais e tecnológicos. Percebe-se que mesmo com a popularização das geociências, as discussões em algumas áreas do estado de PE ainda precisam ser mensuradas, catalogadas, inventariadas e divulgadas à comunidade científica e local (ambientes formais e não formais).

## **2. Metodologia**

Optou-se então, por uma vasta investigação bibliográfica, por meio de produções inéditas, pesquisas (artigos) publicadas em periódicos nacionais/internacionais, trabalhos de pós-graduação (Teses e Dissertações) disponíveis em repositórios nacionais, Trabalhos de conclusão de curso, páginas *online*, Currículo Lattes, documentos e materiais disponíveis referentes à área temática, envolvendo os seguintes descritores 1) geodiversidade, 2) geoconservação, 3) geoturismo, 4) geoeducação e 5) Pernambuco, com o objetivo de analisar a evolução da temática, que envolve geodiversidade, dentro de uma escala regional para o estado em questão. É importante frisar que alguns trabalhos descritos em alguns currículos e em páginas eletrônicas não estavam disponíveis para *download* nas plataformas mencionadas. Dessa forma, optou-se por colocar a referência “sem acesso” e a justificativa.

Trata-se de uma revisão de cunho narrativo, de caráter descritivo-discursivo, a qual analisa, interpreta e discute trabalhos e pesquisas voltados para o campo das geociências (geologia, geografia, paleontologia) e áreas afins. A suma está na valorização dos percussores e na popularização das geociências em todo o território pernambucano.

O suporte teórico-metodológico de boa parte dos trabalhos aqui apresentados versam com base em alguns dos principais pesquisadores da temática central, como por exemplo: Sharples (2002), Gray (2004; 2019) Brilha (2005; 2016), Reynard (2006), Pereira (2010) e outros que contribuíram ao desenvolvimento de muitos trabalhos pioneiros na região, como os de França (2015), Santos (2016), Guimarães (2016) e Arruda (2024, no prelo).

Como critérios de inclusão, analisou trabalhos acadêmicos e artigos científicos publicados no período de março de 2004 a fevereiro de 2024, que estavam somente em língua portuguesa, língua espanhola e língua inglesa, e relacionados com os descritores mencionados acima. É necessário que todo o trabalho esteja associado ao tema central da pesquisa. Já para os critérios de exclusão, foram descartados os artigos publicados em outras línguas, trabalhos publicados anteriormente ao ano de 2004 (até o presente momento não foram encontrados), bem como textos que não estavam associados aos objetivos específicos sobre a temática em questão, e que não estavam ligados e/ou associados aos descritores já pré-selecionados. De forma geral, obteve-se 76 referências que discutem a geodiversidade do estado de Pernambuco dentro dessa escala de análise temporal e dos objetivos anteriormente mencionados.

### **3. Resultados e discussão**

#### **3.1. Discussão acerca da Geodiversidade de Pernambuco**

Nos últimos anos, mesmo com o avanço de muitas áreas de estudo das geociências, temáticas e discussões científicas, a exemplo da geodiversidade, o número de publicações e trabalhos ainda são baixos levando em consideração o tamanho do território e das variadas paisagens naturais que ainda precisam ser exploradas, estudadas, catalogadas e conservadas no estado de Pernambuco. Vale ressaltar a importância de levarmos em conta dentro dessa discussão a importância de compreender a relação entre a biodiversidade e a geodiversidade de um geoambiente, pois ambas exercem um papel fundamental para o equilíbrio local, seja ele pertencente ao natural e/ou antrópico. Pois, as relações entre esses sistemas possibilitam a variedade e complexidade do meio físico como um todo (ASSIS, et al., 2017; ARRUDA, et al., 2017; GUIMARÃES, et al., 2017c).

De acordo com Guimarães et al. (2016a), o progresso no conhecimento, valorização e crescimento das discussões acerca da geodiversidade, de seus valores e direta influência na biodiversidade ainda precisam atingir muitos patamares. Por outro lado, mesmo que a biodiversidade ainda tenha uma maior influência e atenção às medidas conservacionistas, a geodiversidade já tem começado a conquistar seu devido lugar, sendo destaque em projetos e programas importantes mundialmente conhecidos, como por exemplo, o Programa Mundial de Geoparques UNESCO que tem o geopatrimônio como um de seus principais pilares estruturantes.

O Nordeste do Brasil, em específico o Estado de Pernambuco, trata-se de um território detentor de uma vasta diversidade de elementos da biodiversidade (aspectos vegetacionais, fauna e outros) e pela geodiversidade, representada por uma infinidade de ambientes com múltiplos potenciais geológicos, estratigráficos, paleontológicos, mineralógicos, hidrológicos, hidrográficos e geomorfológicos (GUIMARÃES et al., 2013; GUIMARÃES, 2013; GUIMARÃES & MARIANO, 2014; GUIMARÃES, et al., 2015ab; GUIMARÃES, et al., 2016ab; SILVA, et al., 2016; LIMA, et al., 2016a; GUIMARÃES, 2016; GUIMARÃES, et al., 2017ab; SANTOS, 2016; TAVARES, et al., 2019; SOUSA, et al., 2019; ARRUDA & GUIMARÃES, 2020; ARRUDA, et al., 2021; ARRUDA, et al., 2023).

O início das pesquisas, no estado, envolvendo a temática da geodiversidade e turismo, começou em 2003 sob uma proposta de um Projeto Caminho das Pedras que proporcionaria um inventário e caracterização de possíveis sítios geológicos com potencial turístico no agreste pernambucano. O trabalho veio a ser publicado em 2004 intitulado de “Turismo rural no agreste pernambucano: O caminho das pedras é também das flores e dos frutos” de autoria de Geovani Seabra e Gorki Mariano. O objetivo desse trabalho estava na inventariação, mapeamento e caracterização das formações geológicas e geomorfológicas do agreste, na tentativa de elaborar e propor roteiros turísticos de base ecológica e rural.

Somente em 2009, que surgiram os outros estudos envolvendo o geoturismo no litoral sul de Pernambuco. Em 2011, tem-se como resultados desses estudos pioneiros a tese de doutorado intitulada de “Estudo do Patrimônio Geológico de Ipojuca/PE como subsídio para o desenvolvimento do Geoturismo” de autoria de Bernadete Negromonte Cavalcante Bem de orientação do Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGEOC) no Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Ainda nesse mesmo ano, têm-se um trabalho publicado, de autoria de França e colaboradores (2011), mas que não se encontra disponível para acesso (justificativa na Tabela 01).

Entretanto, o auge de publicações deu-se início no ano de 2012 com publicação da primeira dissertação de mestrado titulada de “Diagnóstico da geodiversidade e potencial geoturístico do município de Bonito, Agreste de Pernambuco” de autoria de Edjane Maria dos Santos e sob orientação do prof. Dr. Gorki Mariano, vinculado ao PPGEOC/CTG/UFPE.

É válido ressaltar que as discussões já versavam em cima de áreas com grandes potenciais científicos e econômicos e que possuíam condições, por meio de um olhar diferenciado do governo, a serem conhecidos mundialmente. É importante frisar que alguns desses espaços pertencentes ao território, em discussão, são potencialmente favoráveis para tornarem-se Geoparques sobre chancela da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

Ressalta-se que entre as propostas já apresentadas pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM para o estado estão: Geoparque Arquipélago Fernando de Noronha, Geoparque Vale do Catimbau (estes já compreendem áreas reconhecidas como Unidades de Conservação) (SANTOS, 2012 p.28) e Geoparque Litoral Sul de Pernambuco, esse último com inventariação mais detalhada por Guimarães (2016), na qual ambos possuem o objetivo da geoconservação do geopatrimônio e a promoção do geoturismo sustentável.

Com a expansão da ideia de criação de geoparques pelo mundo, na conservação dos elementos abióticos, Nascimento e colaboradores (2012), propõem a criação do Geoparque Litoral Sul de Pernambuco, catalogando cerca de 23 geossítios em mais de 363 km<sup>2</sup> de área. Para os autores, o território possui um patrimônio geológico e geomorfológico de beleza singular, decorrente dos processos naturais ocorridos ao longo da história da Terra, principalmente do período cretáceo (cerca de 120 milhões de anos atrás) até os dias atuais. Ainda de acordo com eles:

A região expõe rochas magmáticas e sedimentares que fazem parte da Bacia de Pernambuco, cujo registro geológico pode ser observado nas diversas formas de relevo ou exposições rochosas constituídas de basaltos, traqui-andesitos, traquitos, riolitos, algumas ocorrências de ignimbritos (rochas vulcânicas piroclásticas), Granito do Cabo (raro granito de idade cretácea no Brasil), além de conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e calcários. Na região existe um forte apelo turístico principalmente devido às belezas paisagísticas encontradas especialmente ao longo do litoral (NASCIMENTO, et al., 2012, p. 649).

O litoral sul é a região que mais cresce em taxas de urbanização, em áreas litorâneas, do Nordeste. Portanto, necessita-se de um olhar mais atento por parte do governo ao gerenciamento dessas áreas que podem torna-se vulneráveis com a especulação imobiliária. Dessa forma, essas áreas costeiras são caracterizadas de acordo com seus elementos únicos, atrativos e do ordenamento territorial. De todo o estado Pernambucano, o Litoral Sul/PE é a área mais expressiva em trabalhos envolvendo a discussão de geodiversidade e biodiversidade (LIMA, et al., 2016b). São mais de 7

trabalhos desenvolvidos na área e todos eles propõem o desenvolvimento do geoturismo e práticas educativas racionais, visando a formação de cidadãos conscientes com o meio natural.

Ainda para essa região, Guimarães (2016a), apresenta que a geologia do Litoral Sul, permite identificar e compreender a importância de determinados afloramentos que são verdadeiros testemunhos e marcadores da história evolutiva do planeta Terra, como a quebra do megacontinente Gondwana. Na área de estudo existem rochas pertencentes à Bacia Sedimentar de Pernambuco, a Suíte Magmática Ipojuca, e ao embasamento cristalino de idade neoproterozóica.

Em boa parte da faixa litorânea pernambucana é possível identificarmos a presença de sedimentos recentes, de idade quaternária, repousando sobre as unidades geológicas mais antigas. Sendo identificadas na literatura como terraços marinhos pleistocênicos, terraços marinhos holocênicos, sedimentos Flúvio Lagunares, arenitos de praias (beachrocks), sedimentos de praia, sedimentos aluvionares e sedimentos de mangue, e localizadas ao longo da faixa costeira, dos estuários e rios (CPRH, 2001, MADRUGADA FILHO, 2004; PFALTZGRAFF, 2007; BRASIL, 2010; BARRETO; POLCK, 2021).

Guimarães et al (2016B), apresentam os arenitos de praia do Litoral Sul (beachrocks), como verdadeiros testemunhos das flutuações marítimas, a agressão e regressão marinha, atreladas as potencialidades antrópicas desde o período colonial, como material de construção para igrejas, fortificações, lápides, estradas e pavimentação de calçadas, entre outros. Percebe-se como os elementos abióticos estão entrelaçados com os aspectos históricos e culturais, por meio das rugosidades espaciais, por exemplo.

A configuração geológica do Litoral Sul de Pernambuco, bem como suas formas de relevo, decorre em grande parte do magmatismo ocorrido no Cretáceo, lhe conferindo uma paisagem bastante distinta das demais áreas do litoral do Estado. A diversidade geológica e suas principais ocorrências estão diretamente relacionadas com a última etapa de fragmentação do antigo continente Gondwana que resultou na formação dos continentes Africano e Sul-americano. Na região afloram rochas da Bacia Sedimentar de Pernambuco, rochas ígneas vulcânicas e plutônicas associadas ao magmatismo do Cretáceo e rochas neoproterozóicas do embasamento cristalino (GUIMARÃES, et al., 2017a).

Ainda na porção Sul do Litoral Pernambucano, encontramos o *Neck* vulcânico que está inserido na Suíte Magmática Ipojuca e intrude a Bacia Sedimentar de Pernambuco (ARRUDA & GUIMARÃES 2016; GUIMARÃES, et al., 2017b). Do ponto de vista geomorfológico é

constituído em meio ao Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros (AB’SABER, 2003). Esse *Neck* de lava, denominado também de Riolito de Ipojuca como é conhecido pelos moradores locais, está situado nas terras hoje da Usina Ipojuca (NASCIMENTO, et al., 2012). Trata-se de um LIG - Lugar de Interesse Geológico, que possui formação relativamente rara no país. Conforme trabalhos publicados para esse ponto, emerge-se a necessidade de sua geoconservação. Apesar de sua relevância geológica e geomorfológica, pouco se vê em ações de conservação. Nesse sentido propõe-se a princípio um trabalho de conscientização e posteriormente o incentivo a prática do geoturismo, que deverão ser norteadas pelos princípios de interdisciplinaridade e sustentabilidade voltados para uma formação de interesses sociais, econômicos e educacionais (SILVA, et al., 2016).

No litoral da Região Metropolitana foi encontrado somente um trabalho envolvendo rochas fossilíferas e um roteiro geoturístico. Barreto e Polck (2021), elaboraram um roteiro, levando em consideração os aspectos físicos, históricos e culturais e que os pontos de análise fossem de fácil acesso ao público, proporcionando um turismo sustentável. Nessa pesquisa, foram encontradas e destacadas rochas sedimentares e seus respectivos fósseis: calcário Lioz (*Rudistas †Radiolites e †Caprinula*), arenitos de praia e calcário da Formação Gramame com moluscos bivalves. Assim, a divulgação desses elementos com base na temática de geodiversidade permitiu uma nova visão turística e educativa somados ao valor geocientífico e a disponibilidade atrativa dos espaços analisados e divulgados.

Já o Litoral Norte/PE, apresenta atrativos de beleza cênica; mineração; geológicos, geomorfológicos, paleontológicos, paleoambientais e entre outros marcantes, agregados a valores histórico-culturais e didático-científicos que ainda não foram investigados e/ou explorados, exceto quanto ao Geossítio K-Pg Mina Poty no município de Paulista que possui proposta de conservação do patrimônio geológico em área de mineração ativa, sob responsabilidade ativa da esfera privada. Este geossítio, em específico, é reconhecido mundialmente como um patrimônio natural que mantém em seu solo registros (a presença anômala de irídio – proveniente do meteoro) de um dos mais importantes eventos da história da Terra: o fim da era dos dinossauros. Para Shyu (2022), “o geossítio da mina de poty é um exemplo de sedimentação marinha pré e pós-catástrofe, registrando dois tipos de paleoambientes em sua estratigrafia”.

Através de estudos no local, foram encontradas evidências geológicas e paleontológicas, por meio da existência de microfósseis (grãos de vidro microscópicos) e da presença de

fragmentos de quartzos de impacto, produzidos pelo calor gerado no momento da colisão no Golfo do México que caminhou e depositou-se aqui e em outras partes do mundo, corroborando com a ideia do grande impacto do meteoro, e que caracterizou a passagem entre os períodos Era Mesozóica (Era dos Dinossauros) e Era Cenozoica (Era dos Mamíferos). Ressalta-se que mesmo se tratando de uma área privada e cheia de normativas/diretrizes, é permitido a visitação e desenvolvimento de estudos científicos e acadêmicos.

Para o Litoral Norte, existem alguns trabalhos pertinentes e de grande relevância envolvendo a geologia, geomorfologia e práticas de turismo. No entanto, envolvendo a discussão da geodiversidade atrelada aos critérios da conservação e do geoturismo ainda são escassos. Arruda et al (2022a), propôs para o município de Paulista (Litoral Norte) a aplicação de um índice de geodiversidade na tentativa de promover o conhecimento, associado a divulgação deste tipo de mapeamento como ferramenta de apoio aos estudos da geodiversidade regional. Para os autores, o município contém já um geossítio catalogado (K-Pg Mina Poty) e que possui áreas de grande interesse da geodiversidade, a saber: os arenitos de Paulista, por exemplo, que precisam ser catalogados, quantificados e georrefenciados na tentativa de promover um turismo e desenvolvimento da economia local.

Na zona da Mata Pernambucana, não existem trabalhos publicados ou geossítios catalogados nas plataformas disponíveis. Para o agreste pernambucano, o primeiro trabalho a nível de dissertação de mestrado foi o de Santos (2012), que apresentou um diagnóstico a respeito da geodiversidade presente em Bonito/PE, além de identificar o potencial local para a implantação do turismo de base geológica (geoturismo). A cidade é ponto turístico detentora de muitos elementos da geodiversidade, a saber: cachoeiras, paredões e vales rochosos somados a biodiversidade bem distinta com elementos únicos do bioma Mata Atlântica.

O segundo trabalho na região e a primeira tese de doutorado para o estado foi de autoria de França (2015) que analisou o município de Lagoa dos Gatos. Conforme a autora, a área é detentora de um rico cenário, tanto da geodiversidade quanto da biodiversidade, onde foram inventariados e quantificados 14 geossítios. A pesquisa atribui valores na tentativa de quantificar os seus usos potenciais, as ameaças, e vulnerabilidade de cada um destes.

Tempos depois, Santos (2016), defendeu em seu trabalho de tese, dando continuidade à sua pesquisa, voltado à mesorregião do Agreste de Pernambuco como área de rica geodiversidade, composta por ambientes de litologia ígnea, sedimentar e metamórfica, possuidoras de feições de

rara beleza e intrigante gênese. A autora afirma ainda a necessidade dessas áreas serem realmente aproveitadas como verdadeiros “laboratórios ao ar livre” para pesquisa, ensino e popularização das Geociências. A falta de oportunidades diretas acaba gerando uma subutilização, e muitas vezes destruídas em decorrência da falta de conhecimento sobre sua real importância.

No agreste pernambucano, encontramos também o geossítio conhecido por Parque da Pedra Furada, que está localizado no município de Venturosa, há aproximadamente 249 Km do Recife. Geograficamente está entre a mesorregião do Agreste e a microrregião do Vale do Ipanema. O batólito de Alagoinha, como é conhecido cientificamente, por ser detentor de um singular apelo cênico, sua área aflorante corresponde a 220 km<sup>2</sup>, sendo o arco de pedra a feição geomórfica mais conspícua, que se estende sobre a encosta de um morro residual sobre o granito (ARRUDA; GUIMARÃES, 2015b; OLIVEIRA, et al., 2016; ARRUDA, et al., 2017).

Conforme literatura, atribui-se a essa feição a um desenvolvimento característico por erosão diferencial. Os planos de fraturas sugerem-se que foram causados por alívio de pressão, em consonância com ação dos agentes erosivos, são os fatores primordiais que, atuando em conjunto, resultaram no desenvolvimento dessa morfologia até os dias presentes. As rochas do Parque da Pedra Furada, ao longo dos anos, vão ganhando novas feições morfológicas. Desta forma, propõe-se a geoconservação desta paisagem de interesse geomorfológico e geológico através de incentivos (MARIANO, et al., 2012). Somente essa feição geomorfológica reúne mais de cinco trabalhos publicados dentro da temática (Tabela 01).

Ainda no agreste, especificamente no município de Brejo da Madre de Deus, encontramos na paisagem local a formação dos tanques (marmitas de dissolução) que são depressões escavadas na rocha granítica e podem apresentar contornos irregulares, muitas vezes controlados por feições estruturais (p.ex. fraturas). Os mesmos, têm servido como fontes de dados para a reconstrução paleoambiental e paleoclimática da paisagem nos últimos anos pela ciência geomorfológica, a partir de estudos no registro sedimentar e fossilífero que as preenchem. E nas últimas décadas tem inspirado o desenvolvimento de trabalhos voltados para a geoconservação e reconstrução paleoambiental e paleoclimática desses elementos (ARRUDA, et al., 2022; LIMA, et al., 2022; ARRUDA, et al., 2023). Somente a caracterização dessa área de interesse da geodiversidade reuniu nos últimos 4 anos, 04 trabalhos (2 artigos e 2 resumos expandidos) e uma dissertação de mestrado.

No sertão pernambucano, existem alguns trabalhos voltados para o potencial geoturístico das Ilhas Fluviais do Submédio São Francisco (GAMA, et al., 2021) e da inventariação de algumas

serras, morros, serrotes e campos de dunas vegetadas (SOUSA, et al., 2018). Os municípios de Araripina e Exu são os mais mencionados em dados e trabalhos científicos publicados, pois na região está localizado o Geoparque Araripe (reconhecido pela Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO, como o primeiro Geoparque das Américas). Os mesmos não foram citados e nem catalogados nessa pesquisa, pois a vertente central está direcionada ao estado do Ceará. Frisa-se que a UNESCO hoje reconhece seis geoparques brasileiros, sendo eles: 1) Araripe (2006), 2) Seridó (2022), 3) Caminhos dos Cânions do Sul (2022) , 4)Caçapava (2023) e Quarta Colônia (2023) e recentemente Uberaba (2024).

Diversas outras pesquisas foram realizadas nos últimos anos dentro do estado de Pernambuco. A zona costeira Sul foi e é bastante privilegiada com os estudos envolvendo a temática da Geodiversidade. A UFPE possui um Grupo de Pesquisa titulado em Geodiversidade de Pernambuco (disponível em: <https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5741181411066849>) em parceria com a Universidade de Pernambuco (UPE) que busca fomentar as discussões a respeito da temática em discussão. Ressalta-se que o grupo criou um sitio online para popularizar ainda mais as discussões da temática chave dessa pesquisa. Segundo Arruda et al (2024b):

A página eletrônica tem por objetivo chave proporcionar à sociedade, informações a respeito do Geopatrimônio Pernambucano com véis de divulgação, voltado aos elementos bióticos e abióticos do estado, por meio de trabalhos publicados e em andamento, profissionais envolvidos, rotas, roteiros e mapas. (...) A página ofertada não possui fins lucrativos e seus valores éticos e acadêmicos estão ligados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Arruda, et al., 2024b).

A UPE Campus Petrolina, possui, atualmente, um grupo de pesquisa titulado em Geodiversidade, paisagem e patrimônio (disponível em: <https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2168848993938446>), e boa parte de seus trabalhos estão ligados ao sertão pernambucano. Ressalta-se, que com o surgimento da Rede de Estudos em Geoeeducação, Geocomunicação e Sustentabilidade (REGECOS), grupo de estudo, também da UPE, a popularização da temática no Agreste e Sertão aumentou expressivamente. O município de Maracaípe (Litoral Sul) e Petrolina (Sertão) são as cidades que mais possuem trabalhos publicados. Na tabela abaixo, encontram-se descritos os últimos trabalhos publicados entre 2004 a 2023 e os objetivos que foram contemplados em cada pesquisa.

Tabela 01 – Trabalhos publicados dentro dos últimos 12 anos envolvendo a temática da Geodiversidade e sua aplicabilidade ao Estado de Pernambuco.

TÍTULO	AUTOR(ES)	ANO	OBJETIVOS
<b>Turismo rural no agreste pernambucano: o caminho das pedras é também das flores e dos frutos</b>	Seabra, G.; Mariano, G.	2004	Inventariar, mapear e caracterizar as formações geológicas e geomorfológicas da região agreste do estado de Pernambuco, para elaboração de roteiros turísticos de base ecológica e rural.
<b>Estudo do patrimônio geológico de Ipojuca/PE como subsídio para o desenvolvimento do geoturismo</b>	Bem, B.N.C.	2011	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Não disponível no repositório da Universidade.
<b>Geoturismo: uma proposta geoconservacionista para os municípios de Cupira e Lagoa dos Gatos - PE</b>	França, L. F. O.; Mariano, G.	2011	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Site dos Anais do simpósio em manutenção.
<b>Diagnóstico da geodiversidade e potencial geoturístico do município de Bonito, agreste de Pernambuco</b>	Santos, E. M.	2012	Apresenta um diagnóstico a respeito da geodiversidade presente em Bonito, além de identificar o potencial local para a implantação do turismo de base geológica (geoturismo).
<b>Patrimônio Paleontológico e Geoconservação da Formação Santana (Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Pernambuco e Piauí - Nordeste do Brasil)</b>	BARRETO, A. M. F.; et al.,	2012	Apresentar inventário e ações para a preservação do patrimônio.
<b>Inventariação e quantificação do geossítio: arco granítico – Parque da Pedra Furada - Venturosa/PE</b>	Mariano, G., et al.	2012	Descreve a ocorrência do único arco em granito do nosso conhecimento e faz um alerta sobre os danos causados em consequência do turismo desordenado. Apresenta inventariação e quantificação do geossítio, propostas

			de estratégias de conservação do patrimônio geológico e incentivo ao geoturismo.
<b>Geoparque litoral sul de Pernambuco (PE) – proposta</b>	Nascimento, M. A. L.	2012	Apresenta estudo técnico e diagnóstico para embasar proposta de criação do Geoparque Litoral Sul de Pernambuco, tendo em vista o caráter excepcional do patrimônio geológico encontrado, associado aos aspectos biológico, turístico, cultural e histórico.
<b>Geodiversidade vs Biodiversidade: relações entre líquens e a pedra do vento no município de Lagoa dos Gatos-PE</b>	França, L. F. O.; et al.	2013	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Site dos Anais do simpósio em manutenção.
<b>Proposta de treinamento de curso para guias de turismo com enfoque para o geoturismo</b>	França, L. F. O.; et al.	2013	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Site dos Anais do simpósio em manutenção.
<b>Geoconservação: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil</b>	Guimarães, T. O.	2013	Ressaltar a importância da divulgação e conservação dos elementos de caráter geológico, geomorfológico, ambiental e histórico da área, bem como seu potencial geoturístico.
<b>Geodiversidade do município de Araripina – PE, Nordeste do Brasil</b>	Arruda, K. E. C.	2013	Mapear a geodiversidade do município de Araripina – PE através da aplicação de uma metodologia que visa avaliar todos os componentes da Geodiversidade evitando sobrestimar qualquer componente em particular.
<b>Levantamento do potencial geoturístico do Parque Nacional do Catimbau – PE</b>	Silva Junior, E. D.	2013	Analisar como o levantamento e o mapeamento dos locais de interesse geológico podem ajudar na conservação e divulgação desta riqueza, contribuindo, assim, para a

como subsídio para criação de um futuro geoparque			futura criação de um geoparque na região, garantindo a manutenção de parte da história da Terra presente nesse lugar.
<b>Pedra Furada de Venturosa, PE: raro arco granítico com enclaves dioríticos</b>	Mariano, G., et al.	2013	Este arco granítico, designado “Pedra Furada de Venturosa”, constitui sítio geomorfológico especial, vinculado ao inventário de geossítios brasileiros realizado sob a égide da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos-SIGEP.
<b>A geodiversidade como atratividade turística nos parques nacionais brasileiros e parques estaduais dos estados do Paraná e Pernambuco</b>	Manosso, F. C., et al.	2014	Analisar os atrativos existentes nos Parques Nacionais brasileiros e Parques Estaduais dos Estados do Paraná e Pernambuco e quantificar os atrativos a partir de uma classificação entre conteúdos associados a geodiversidade, a biodiversidade e aos aspectos históricos e culturais.
<b>Geoturismo e interpretação ambiental</b>	Moreira, J. C.	2014	Demonstrar que um maior entendimento sobre o nosso patrimônio geológico é necessário e pode ser facilitado através do repasse adequado de informações relativas à interpretação ambiental e a realização de atividades geoeducativas e turísticas.
<b>Geodiversidade do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil</b>	Ferreira, B.	2014	Contribuir para a identificação e caracterização da Geodiversidade de Pernambuco, incentivando a disponibilização de informações que possam promover iniciativas de conservação do patrimônio geológico.
<b>Gaibu mud bath (Santo Agostinho Cape, Pernambuco, NE Brazil): geological heritage and healthy lifestyles</b>	Guimarães, T. O., et al.	2015	Contribuir para o desenvolvimento sustentável e a geoturismo da região.
<b>Potencial geoturístico en la zona costera sur del estado de Pernambuco (NE Brasil)</b>	Guimarães, et al.	2015	Destaca as principais locais de interesse geológico neste território e a sua importância para o desenvolvimento do geoturismo na região. Esta realidade permitirá o desenvolvimento de iniciativas de geoconservação e promoção da geodiversidade, contribuindo para a integridade do meio ambiente, justiça

			social e desenvolvimento econômico do território
<b>Serra da Santa: paisagem, cartografia e patrimônio</b>	Santos, K. P.	2015	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Geodiversidade como ferramenta para o desenvolvimento geoturístico do município de Lagoa dos Gatos-PE</b>	França, L. F. O.	2015	Foi realizado um inventário dos geossítios considerando o inventário temático e sistemático proposto por Sharples (2002) a partir da abordagem de classificação baseado no contexto geológico-geomorfológico da região.
<b>Processos geodinâmicos e modificação da paisagem: Parque da Pedra Furada (Venturosa – Pernambuco)</b>	Arruda, I. R. P., Guimarães, T. O.	2015	Ressaltar a importância da “Pedra Furada” feição geomorfológica resultante da associação de diferentes processos naturais, bem como incentivar sua conservação deste patrimônio geológico e geomorfológico.
<b>Geoturismo como base para o desenvolvimento turístico de Lagoa dos Gatos/PE</b>	Silva, T.R.F., et al..	2016	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Site do Ebook em manutenção.
<b>Geodiversidade e Biodiversidade na zona costeira sul de Pernambuco: um estudo de caso da Praia de Maracaípe, Ipojuca/PE</b>	Lima, G. R., et al.	2016	ressaltar a relevância da “Praia de Maracaípe” devido a sua grande importância da fauna e flora dependente do ecossistema mangue, além de sua geomorfologia costeira que é resultante da associação de diferentes processos naturais e antrópicos, bem como propor a geoconservação de seus elementos da geodiversidade e geoturismo como atividade de desenvolvimento sustentável.
<b>Beachrocks of southern coastal zone of the state of Pernambuco (Northeastern Brazil): geological resistance with history.</b>	Guimarães, T. O., Et Al.	2016	Mostrar que o significado patrimonial dos beachrocks na porção sul do litoral do Estado de Pernambuco supera sua importância geológica associando a informação científica ao turismo de lazer, visando promover a conscientização para a conservação e valorização das rochas de praia da área de estudo como importante patrimônio geológico e histórico.
<b>Patrimônio geológico e estratégias de</b>	Guimarães, T. O.	2016	A identificação dos principais elementos da geodiversidade, seguido da inventariação do patrimônio

<b>geoconservação: popularização das geociências e desenvolvimento territorial sustentável para o litoral sul de Pernambuco (Brasil)</b>			geológico, com base em seus valores e especificidades.
<b>Neck vulcânico de Ipojuca: um atrativo de interesse científico, turístico e cultural</b>	Arruda, I. R. P., Guimarães, T. O.	2016	É informar ao público de maneira em geral (estudantes e turistas) que frequentam a região uma dinâmica de informações de fácil absorção e compreensão sobre os processos geológicos, que teve origem durante a fragmentação final do Paleocontinente Gondwana. Atenta-se ainda para a promoção do território através da prática do geoturismo e geoconservação de seus elementos.
<b>Geodiversidade em Pernambuco: as peculiaridades da zona costeira sul: Praia de Maracaípe</b>	Lima, R. G., et al.	2016	E de ressaltar a relevância da “Praia de Maracaípe” devido a sua grande biodiversidade dependente do ecossistema mangue, sua geomorfologia costeira e propor a geoconservação de seus elementos da geodiversidade e o geoturismo como atividade de desenvolvimento sustentável.
<b>Neck vulcânico de Ipojuca: um atrativo de interesse geoturístico</b>	Silva, W. S. A., et al..	2016	Descrever sobre os processos geológicos deste corpo vulcânico (riolito), além da promoção do território através da prática do geoturismo e da geoconservação.
<b>Evolução da paisagem: um estudo de caso do Parque da Pedra Furada - Pernambuco</b>	Oliveira, R. A., et al.	2016	Ressaltar a importância do Parque, em função das suas características geomorfológicas e ação dos processos superficiais, de forma a incentivar a geoconservação deste patrimônio.
<b>Avaliação quantitativa de sítios de geodiversidade utilizando a técnica de análise de agrupamentos: estudo de caso</b>	França, L. F. O., et al.	2016	Buscou-se realizar um estudo de detalhe sobre os elementos representativos da geodiversidade no Município de Lagoa dos Gatos, no Estado de Pernambuco.
<b>Roteiros geoturísticos no</b>	Guimarães, T. O., et al.	2016	O mapeamento de sete trilhas geoturísticas de caráter interdisciplinar,

<b>litoral sul de Pernambuco: geodiversidade, biodiversidade, história, cultura, sol e praia</b>			na área que compreende parte do Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, mais precisamente sobre o Promontório do Cabo, no município do Cabo de Santo Agostinho.
<b>Biodiversidade e Geodiversidade na Serra dos Cavalos/PE</b>	Assis, K. S. G., et al.	2017	Análise espacial da Biodiversidade e Geodiversidade na Serra dos Cavalos no Estado de Pernambuco.
<b>Jogos - geoeeducativos- como subsídio à geoconservação no litoral sul de Pernambuco (NE Brasil): uma proposta</b>	Guimarães, T. O., et al.	2017	Destaca a relevância do processo educativo a partir de atividades voltadas para a educação formal e não formal. Ratifica-se a importância da utilização de materiais específicos direcionados à geodiversidade e ao patrimônio geológico.
<b>Geoturismo: proposta de valorização e sustentabilidade territorial alternativa ao turismo de “sol e praia” no litoral sul de Pernambuco – Brasil.</b>	Guimarães, T. O., et al.	2017	Destaca as principais características físicas e sociais do litoral sul de Pernambuco, expõe uma breve análise sobre a atividade turística atual na região e apresenta uma proposta de valorização ao turismo já existente, esta agora baseada nos pilares do patrimônio natural, geoconservação e desenvolvimento territorial sustentável.
<b>Geodiversidade em Venturosa: um estudo de caso no Parque da Pedra Furada – Pernambuco</b>	Arruda, I. R. P., et al.	2017	Ressaltar a importância do Parque em função das suas características geomorfológicas, geológicas e a ação dos processos superficiais, de forma a incentivar a geoconservação deste patrimônio através do geoturismo.
<b>Avaliação qualitativa e quantitativa dos sítios de geodiversidade do município de Petrolina-PE</b>	Barros, R. G. L., et al.	2017	Realizar uma avaliação qualitativa e quantitativa dos sítios de geodiversidade, a fim de se avaliar a vulnerabilidade e estado de conservação da geodiversidade do município de Petrolina-PE.
<b>Geodiversidade da plataforma continental interna de Recife/PE, Brasil, e sua influência na distribuição de habitats marinhos</b>	Oliveira, T. S.	2017	Mapeamento da geodiversidade da plataforma continental interna de Recife, a partir de dados abióticos, a fim de inferir os potenciais habitats marinhos bentônicos.

<b>Geotecnologias aplicadas aos estudos da geodiversidade no município de Petrolina-PE</b>	Barros, R. G. L.; França, L. F. O	2017	Desenvolver um procedimento que possibilite a adaptação, simplificação e precisão nos trabalhos de campo acerca da geodiversidade na região semiárida, bem como propiciar um registro cartográfico dos possíveis sítios de geodiversidade no município de Petrolina por meio do geoprocessamento.
<b>The inselbergs importance in the caatinga for the birds of prey conservation in Petrolina</b>	Martins, F. C., et al.	2017	Verificar a ocorrência de espécies de aves de rapina em áreas de inselbergs na Caatinga Petrolina.
<b>Inventariação e diagnóstico da geodiversidade do município de Petrolina</b>	França, L. F. O., et al.	2017	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Site dos Anais do simpósio em manutenção.
<b>Geodiversidade na praia de Maracaípe: um estudo de caso no litoral sul de Pernambuco</b>	Bispo, C. O., Et Al.	2017	Ressaltar a relevância da “Praia de Maracaípe” devido a sua grande Biodiversidade dependente do ecossistema mangue, sua geomorfologia costeira e propor a geoconservação de seus elementos da Geodiversidade e o geoturismo como atividade de desenvolvimento sustentável.
<b>Difusão do ensino de geologia a partir da interpretação dos conceitos geológicos e do patrimônio paleontológico da Bacia do Araripe</b>	Penha, F. A. S.	2017	Trazer a experiência de um grupo de estudos de Geologia e Paleontologia (Grupo de estudos de Geologia e Paleontologia do Ensino Médio – GEOMÉDIO) com vinte alunos do primeiro ano do ensino médio na Escola de Referência Dom Helder Câmara, localizada no município de Lagoa Grande, Estado de Pernambuco.
<b>Análise e interpretação da geodiversidade e biodiversidade da paisagem na Serra dos Cavalos/Pernambuco</b>	Lima, G. R., et al.	2017	Identificar e analisar a paisagem na Serra dos Cavalos, com o objetivo de compreender a Geodiversidade e a Biodiversidade local dependente do ecossistema Mata Atlântica.
<b>Avaliação qualitativa e quantitativa dos sítios</b>	Santos, A. M.	2017	Inventariar e quantificar os sítios de geodiversidade do município de Petrolina.

<b>geodiversidade do município de Petrolina-PE</b>			
<b>Inventário e avaliação qualitativa como subsídio à geoconservação e ao geoturismo: litoral sul do estado de Pernambuco (Nordeste-Brasil)</b>	Guimarães, T. O., et al.	2017	O trabalho compreende um estudo de caso, onde foram selecionados 13 geossítios, através da metodologia de abordagem qualitativa, tendo como objetivo inicial a descrição, classificação e valoração deste patrimônio geológico, resultando em um inventário do patrimônio geológico dessa região.
<b>A produção de recursos geodidáticos para o ensino de geologia na educação básica</b>	Silva, A.I. S.	2017	Sem acesso. – <i>Justificativa:</i> Em manutenção a página da produção.
<b>Inventariação e diagnóstico da Geodiversidade do município de Petrolina-PE</b>	França, L. F. O., et al.	2017	Sem acesso. – <i>Justificativa:</i> Site dos Anais do simpósio em manutenção.
<b>Estratégias de geoconservação e desenvolvimento local no sítio geomorfológico Serrote do Urubu Petrolina-PE</b>	Fernandes, E, M.	2017	Sem acesso. – <i>Justificativa:</i> Site dos Anais do simpósio em manutenção.
<b>Inventário do potencial pedagógico dos sítios de geodiversidade do município de Petrolina-PE</b>	Sousa, M. E., et al.	2018	Trata da geodiversidade do município de Petrolina-PE, localizado no semiárido brasileiro.
<b>Impactos ambientais do ecoturismo no Parque Nacional do Catimbau-PE</b>	Silva, D. C., et al.	2019	Reunir informações técnicas que permitiram verificar, qualitativamente, os aspectos ambientais e seus respectivos impactos no Parque Nacional do Catimbau atrelada ao turismo ecológico.
<b>Avaliação do potencial geoturístico do sítio geomorfológico Serra do Areal - Petrolina-PE</b>	Silva, E. R. D.	2020	Sem acesso. – <i>Justificativa:</i> Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Paisagens do município de</b>	Guimarães, T. O., et al.	2020	Conscientizar a sociedade e o poder público, para a possibilidade de

<b>Petrolina/PE: caminhos para o geoturismo e geoeducação no Vale Submédio do São Francisco</b>			usufruir das paisagens locais e conseguir desenvolver estratégias de garantir, por meio de pesquisas científicas e do incentivo ao geoturismo, o incremento a economia e a geoconservação desses ambientes.
<b>Avaliação do potencial geossítio Açude das Pedras no município de Petrolina - PE</b>	Santos, R. C.	2020	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Potencial geoturístico das ilhas fluviais do Submédio São Francisco</b>	Gama, E. S et al.	2021	Buscou-se identificar os valores científicos, educativos e suas potencialidades geoturísticas no submédio do São Francisco
<b>Geodiversidade, geopatrimônio e sociedade</b>	Guimarães, T. O.	2021	Apresentar o conceito de geodiversidade, de geopatrimônio e formas de valorização e uso racional destes elementos abióticos, especialmente em espaços não formais de ensino, na perspectiva da geoeducação, do geoturismo e desenvolvimento econômico local.
<b>Arrecifes, a calçada do mar de Recife. importante registro holocênico de nível relativo do mar acima do atual</b>	Barreto, A. M. F.; et al.	2021	tentativa preliminar de preservação pretende-se divulgar e ilustrar este patrimônio natural por meio de painéis interpretativos mostrando sua origem, evolução e importância histórica, pois consideramos as rochas praias do Pina e Boa Viagem, com idades de $7.310 \pm 60$ anos AP e $5.805 \pm 40$ anos AP
<b>Patrimônio pétreo no Cabo de Santo Agostinho (PE): dos estágios finais de abertura do atlântico aos dias atuais</b>	Guimarães, T. O., et al.	2021	Destacar a relevância dos materiais pétreos e sua importância geológica, histórica e cultural na região do município do Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil.
<b>Limitações e possibilidades para o geoturismo na Ilha do Fogo, entre as cidades de Petrolina - PE e Juazeiro-BA</b>	Santos, M. B.	2021	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Inventário geomorfológico da ocorrência de marmitas no</b>	Lima, G. R	2022	Interpretar o significado geomorfológico das marmitas no contexto do agreste semiárido de Pernambuco, buscando estabelecer

<b>distrito de Fazenda Nova, município de Brejo da Madre de Deus, agreste pernambucano</b>			parâmetros e estratégias de geoconservação para estas formas, através da realização de inventário, que demanda políticas e instrumentos de gestão do âmbito local.
<b>Proposta de geoconservação no distrito de Fazenda Nova - Brejo da Madre de Deus - Pernambuco, NE do Brasil</b>	Arruda, I. R. P., Et Al.	2022	Ressaltar a importância científica e social dessas feições geomorfológicas resultantes da associação de diferentes processos naturais, bem como incentivar a geoconservação e o geoturismo deste geopatrimônio no distrito de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus – PE.
<b>Geoeducação nas orlas dos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE</b>	Guimarães, T. O.	2022	Elaboração de um roteiro de campo entre as orlas fluviais dos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE, com paradas em 4 pontos principais, para a observação e interpretação da paisagem.
<b>Geodiversidade: teoria e práticas geoeeducativas nas orlas dos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE</b>	Gama, E. S.	2022	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Índice de geodiversidade do município de Paulista – Pernambuco (Brasil)</b>	Arruda, I. R. P., et al.	2022	Aplicar um Índice de Geodiversidade ao território de Paulista/PE, na tentativa de promover o conhecimento, associado a divulgação deste tipo de mapeamento como ferramenta de apoio aos estudos da geodiversidade regional.
<b>Jogos geoeeducativos: ferramentas de ensino e aprendizagem para alunos do Ensino Fundamental II</b>	Silvano, D. F.	2022	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Desafios do turismo pedagógico no Parque Nacional do Vale do Catimbau (PE)</b>	Rocha, M. H. M; Oliveira, N. S. M.	2022	Identificar os desafios enfrentados pelos professores e guias de turismo para o desenvolvimento do turismo pedagógico no Parque Nacional do Vale do Catimbau, localizado no estado de Pernambuco.
<b>Roteiro geoeeducativo como suporte aos professores de</b>	Rodrigues, L. F.	2022	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.

<b>Geografia em aula de campo: Serra da Santa e Pedra da Escrevida Petrolina/PE</b>			
<b>Inventário de potencial científico em marmitas (weathering pits) no distrito de Fazenda Nova - Pernambuco, Nordeste do Brasil</b>	Lima, G. R., et al.	2022	Através da inventariação, encontrar respostas para muitas questões que explicam o processo de articulação entre erosão, sedimentação, intemperismo, materiais fossilizados, entre outros atributos correspondentes as marmitas de dissolução.
<b>Proposta geoescolástica para o geossítio Rajada - Petrolina/PE: estratégias para o ensino básico</b>	Silva, P. R.	2022	Sem acesso. – <i>Justificativa</i> : Trabalho de Conclusão de Curso não disponível pela Universidade.
<b>Roteiro geoescolástico: percepção ambiental e geoconservação na orla fluvial de Juazeiro/BA e Petrolina/PE</b>	Gama, E. S.; Guimarães, T. O.	2022	A elaboração de um roteiro geoescolástico, visando a visita e análise integrada da paisagem, com ênfase na geodiversidade, destacada pela presença do Rio São Francisco, suas dinâmicas e processos.
<b>Proposta de geoconservação no distrito de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, NE do Brasil</b>	Arruda, I. R. P., et al.	2023	Valorizar os tanques (Marmitas) quanto aos aspectos científicos resultantes do intemperismo físico, químico e biológico, bem como incentivar a geoconservação e o geoturismo desse geopatrimônio no distrito de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, no estado de Pernambuco.
<b>Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil</b>	Arruda, I. R. P., et al.	2024	Aplicar um índice de geodiversidade na zona costeira norte do estado de Pernambuco a partir do uso das geotecnologias, associadas ao trabalho de campo e às pesquisas bibliográficas, visando promover o território e disponibilizar informações no intuito de possibilitar a inventariação de geossítios na área supracitada.
<b>GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO: Site de divulgação da geodiversidade</b>	Arruda, I. R. P., et al.	2024	Proporcionar à sociedade, informações a respeito do Geopatrimônio Pernambucano com véis de divulgação, voltado aos elementos bióticos e abióticos do estado, por meio

<b>do estado de Pernambuco</b>			de trabalhos publicados e em andamento, profissionais envolvidos, rotas, roteiros e mapas.
--------------------------------	--	--	--

*Fonte: Elaborado pelos autores (2024)*

Percebe-se que de acordo com a Tabela 01, os trabalhos publicados baseiam-se na temática central, envolvendo a discussão da Geodiversidade, e que cada um recorre às especificidades do ambiente agregando contribuições acerca da geoconservação, do geoturismo, da geodivulgação e/ou geocomunicação, proporcionando a divulgação das geociências e a promoção do geopatrimônio pernambucano.

Alguns dos trabalhos publicados não foram encontrados nas bases de dados disponíveis. Dessa forma, não foi possível realizar a leitura na íntegra do material geodivulgado. Ressalta-se a necessidade e importância de levar esses conhecimentos científicos aos ambientes formais e não formais. Uma vez que todos precisam entender a necessidade de conservação desses elementos às futuras gerações. Portanto reforça-se a importância de materiais como estes estarem disponíveis a comunidade de forma geral.

No total foram encontrados, nas bases de dados disponíveis, 76 trabalhos que abordavam o conceito de geodiversidade ou temática afins (geoturismo, geoconservação, geodivulgação, geodidática). Desse levantamento, 07 trabalhos são teses de doutorado: (1) para o estado todo por meio do índice de geodiversidade; (4) para o litoral pernambucano; (2) para a região do agreste.

Foram encontrados também 06 dissertações de mestrado, divididas em: (3) para o litoral pernambucano; (2) voltadas para o agreste; e (1) voltada para o sertão. Conforme busca de dados, 22 artigos estão disponíveis e 10 são capítulos de livro. Percebe-se um hiato temporal de publicações de 05 anos (2005-2010) e em 2019, somente um trabalho publicado. Os anos de 2016 e 2017 foram cruciais no desenvolvimento de pesquisas a nível de mestrado e doutorado, que resultaram em vários artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais.

A Universidade de Pernambuco, campus Petrolina, liderou com 10 trabalhos de conclusão de curso (geografia) entre os anos de 2017 a 2022 abordando os conceitos e temáticas, no entanto, nem todos eles ainda estão disponíveis para leitura. Os outros trabalhos estão divididos entre resumos (15) e resumos expandidos (11) publicados em anais, congressos e simpósios entre os anos de 2011 a 2022. O ano de 2024 possui somente dois artigos publicados. Os autores mais citados, por ordem numérica, foram: I-Guimarães, T. O. (31

trabalhos); II-Mariano, G. (22 trabalhos); III-Arruda, I. R. P. (19 trabalhos); IV-França, L. F. O. (12 trabalhos) e V-Lima, G. R. (10 trabalhos).

Ressalta-se ainda que o trabalho desenvolvido por Guimarães (2016) rendeu uma menção honrosa pelo Prêmio Capes de Teses do ano de 2017 além de ser a primeira no país, a ter o selo da Cátedra Unesco. Percebe-se a importância de trabalhos como este na popularização dos elementos abióticos a luz das dinâmicas ambientais, das propostas de conservação e planejamentos territoriais.

### 3.2. Apontamos do Geopatrimônio Pernambucano

Ao analisar a diversidade e complexidade dos elementos abióticos é importante levarmos em conta a magnitude de elementos presentes em um determinado ambiente, associá-los a diferentes escalas de análise e contribuição às geociências. A escala global lida com a história da Terra e das placas tectônicas, fundamentais para entender a diversidade geológica atual. Em Pernambuco, podemos atribuir a formação do Litoral Sul na existência de determinados afloramentos como marcadores da história evolutiva do planeta Terra (quebra do megacontinente Gondwana), a saber: o promontório do Cabo, o *neck* vulcânico de Ipojuca, Ilha Vulcânica de Santo Aleixo e outros (GUIMARÃES, 2016). Já no Litoral Norte temos a Praia Ponta do funil – Barra de Catuama, em Goiana, que demarca por meio de sua estratigrafia pertencente a Bacia Sedimentar da Paraíba – Sub-Bacia de Olinda a abertura do Oceano Atlântico (ARRUDA, et al., 2024b).

Em uma análise de escala local, é importante atribuímos aos elementos chaves, como: materiais, processos e formas de relevo que compõem a porção da geodiversidade. Estes elementos podem ser descritos de acordo com valores intrínsecos, científicos, históricos, culturais, educativos, estéticos, turísticos, econômicos e funcionais (BRILHA, 2005). Vale ressaltar que a presença antrópica é atribuída principalmente ao valor cultural, já que sob esses elementos o homem desenvolve atividades sociais, políticas, econômicas, científicas, educativas, de lazer e outros.

Na escala local, podemos levar em consideração também a influência e o poder econômico como pontos chaves para o desenvolvimento e gerenciamento. Ambientes como a Praia de Porto de Galinhas, Praia de Muro Alto, Praia de Muro Alto Ilha Coroa do Avião, etc. – no litoral pernambucano, Serra das Russas, Batólito Caruaru-Arcoverde, Marmitas de Dissolução, Cachoeiras de Bonito, etc. – no agreste pernambucano, e Ilhas fluviais do São Francisco, Paleodunas de Petrolina, Inselbergs e outros – no sertão pernambucano, formam essa

geodiversidade local e a maioria é de atrativo turístico que por muitas vezes gera renda significativa aos moradores locais. Os elementos mencionados acima, fazem parte das áreas de estudo apresentadas na tabela 01.

A soma desses e de outros locais são meramente importantes e de suma valorização na representatividade da Geodiversidade (BISPO, et al., 2017; GUIMARÃES, et al., 2021; LIMA, 2022). No entanto, existem determinados geoambientes que possuem valores excepcionalmente consideráveis, seja por sua gênese, forma, peculiaridade, história, cultura e outros que precisam ser conservados e/ou preservados às futuras gerações. Na literatura, a soma desses valores permite classificarmos de geossítios.

Em Pernambuco, diversos são os pontos inventariados e classificados como Geossítios. De norte a sul, de leste a oeste é possível encontrar um catálogo de áreas sugeridas e credenciadas. É possível encontrar no site da CPRM, através do site <<https://www.cprm.gov.br/geossit/geossitios>>. Entre eles, cadastrados, os mais expressivos em termos de trabalhos publicados são os Geossítios Mina Poty K-Pg; Arenitos de Porto de Galinhas, Arenitos de Muro Alto, Riolito de Ipojuca, Serra das Russas, Açude das Pedras, Parque da Pedra Furada, Mirante do Chapadão; Milonito do Mimoso e outros (Figuras 01 e 02).

No sítio, é possível identificarmos a relevância do geossítio em Relevância Regional/Local; Relevância Nacional; Relevância Internacional e Não-Classificado (Figuras 01 e 02). Ressalta-se que diversos outros geossítios foram sugeridos por Guimarães (2016) e Santos (2016), inseridos na plataforma, mas que ainda não foram aceitos/disponibilizados.

Sendo assim, os geossítios possuem dados que podem revelar expressões do passado através de uma reconstrução paleoambiental e climática, e contém também indícios da evolução de um geoambiente por meio de sedimentos, unidades estratigráficas e presença de fósseis. E esses elementos podem estar atrelados a interesses tanto locais como mundiais. A exemplo, do Geossítio Mina Poty, que possui a presença anômala de irídio que foi descrita no local e em muitos outros lugares do mundo.

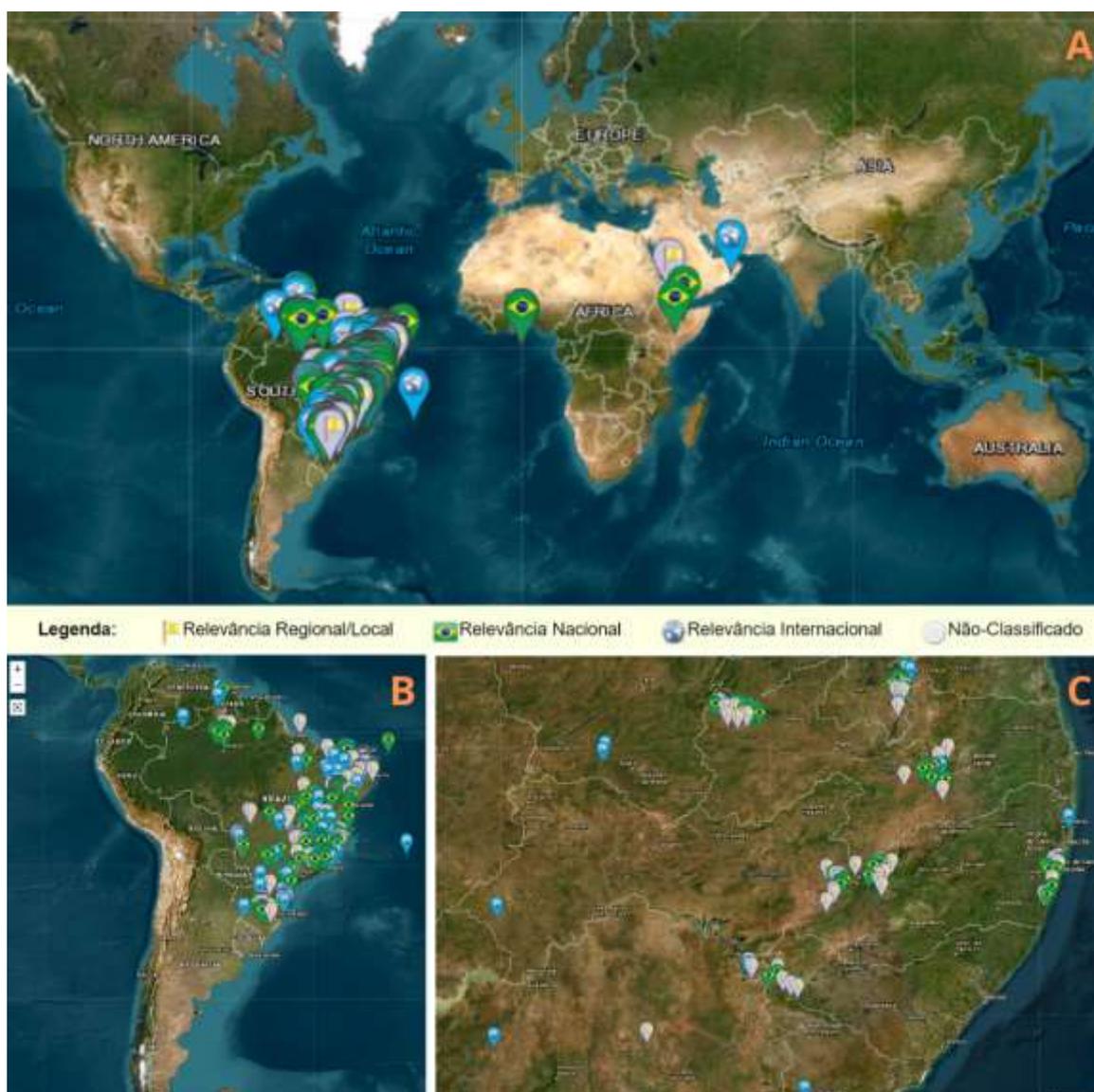
Dessa forma, a soma desses elementos constitui o que conhecemos na literatura clássica por patrimônio geológico. Ressalta-se que a Geodiversidade inclui todos os elementos desse patrimônio, seja ele geológico, geomorfológico, arqueológico, paleontológico e outros.

Na literatura, é comum acharmos múltiplas agregações ao nome patrimônio, seja com aspectos geológicos e geomorfológicos, os mais citados, seja com outros. Dependendo do tipo de elemento da geodiversidade de relevância, o patrimônio geológico pode ser subdividido em tipos específicos, tais como tectônico, geomorfológico, sedimentológico, hidrogeológico, mineralógico, petrológico, paleontológico e outros. No entanto, pesquisadores da

contemporaneidade utilizam a forma curta “geopatrimônio”, na tentativa de incluir todos esses elementos da geodiversidade, e o de definir novos viés de análise para eles agregado a metodologias clássicas e suas adaptações.

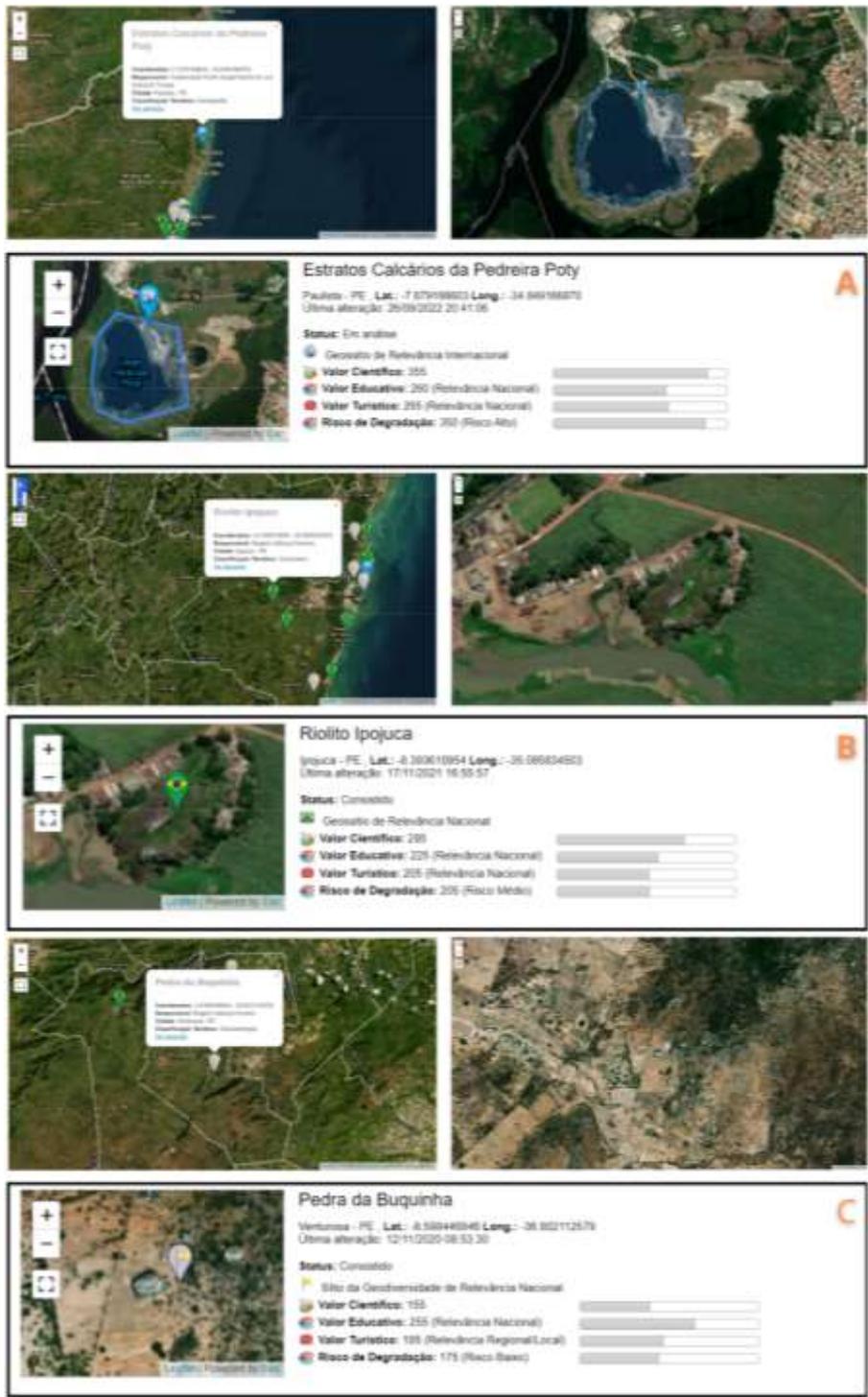
No entanto, pesquisadores da contemporaneidade utilizam a nomenclatura “geopatrimônio”, na tentativa de incluir todos esses elementos da geodiversidade, e o de definir novos viés de análise para eles agregado a metodologias clássicas e suas adaptações. Ou seja, o uso do Termo “geopatrimônio” torna-se muito mais inclusivo, já que ele agrega todos os aspectos físicos sem adicionar “preferência” a uma só titulação, levando em consideração as especificidades da área analisada. Diferentes dos autores que usam “Patrimônio Geológico” e agregam um valor de peso a único elemento. Quando se é analisado um trabalho que usa a expressão acima, percebe-se que não foi usado somente um elemento e sim vários. Daí, surge a necessidade de utilizar e promover a terminologia de geopatrimônio nas futuras publicações dentro das geociências.

Figura 01: Localização dos geossítios inventariados e disponibilizados no site do Geossit – CPRM.



Fonte: Geossit (2024).

Figura 02: Exemplos dos geossítios inventariados de acordo com sua relevância. A- Geossítio de relevância Internacional; B- Geossítio de relevância nacional e C- Geossítio de relevância regional/local.



Fonte: Geossit (2024).

Para Arruda et al (2022), os monumentos naturais caracterizam-se por serem um geopatrimônio e precisam ser identificados, investigados, inventariados e propostas de conservação precisam ser elaboradas e colocadas em prática. Para Gama e Guimarães (2022), com a finalidade de englobar geodiversidade e geopatrimônio, o termo geopatrimônio surgiu com objetivo de ampliar a aproximação de pesquisadores de outras áreas das geociências, sem restringi-lo apenas à ciência geológica. Portanto, percebe-se que o estado de Pernambuco é uma região de múltiplas características físicas e que se pudéssemos observar detalhadamente cada região veríamos a grandeza e a necessidade de explorarmos de maneira sustentável os diversos geopatrimônios que aqui fazem-se presentes.

Vale ressaltar que novas considerações envolvendo o conceito de patrimônio geológico, geossítios e da própria geodiversidade foram trabalhadas e discutidas por Brilha (2016). A geodiversidade pode ser analisada através da atribuição de valores, sendo eles: (i) científico e (ii) outros valores, atrelados ao que conhecemos por *in situ* e *ex situ* (FRANÇA, et al., 2016).

No que diz respeito à categoria de análise dos ambientes classificados como patrimônio, é importante compreender que quando os elementos (locais físicos/naturais – rochas, relevo, água, sedimentos) são analisados, compreendidos, catalogados, mensurados, inventariados e conservados são classificados em *in situ*. Mas, quando esses testemunhos são retirados do seu local de origem e são levados para centros específicos (museus, centros de estudo, pesquisa) recebem a denominação de patrimônio *ex situ*.

Este trabalho adota a nomenclatura de Geopatrimônio, uma vez que para a geodiversidade a inclusão é de todos os elementos e não só da geologia, por exemplo, como é especificado pela nomenclatura de Patrimônio Geológico. Podemos observar que trabalhos de grande relevância para o estado, a nível nacional e internacional, utilizam/adotam a mesma definição.

Através da aplicabilidade de um Índice de Geodiversidade, Ferreira (2014), proporcionou a identificação e caracterização da Geodiversidade de Pernambuco, na tentativa de incentivar e disponibilizar informações que possam promover iniciativas de conservação do patrimônio sendo ele geológico, geomorfológico, pedológico, hidrográfico, hidrogeológico, paleontológico, arqueológico e outros. Por meio dessa pesquisa, foi possível mensurar a riqueza geológica e geomorfológica do estado. Assim como, identificar possíveis área de interesse da geodiversidade que precisam ser analisadas aos olhos da conservação e do turismo sustentável.

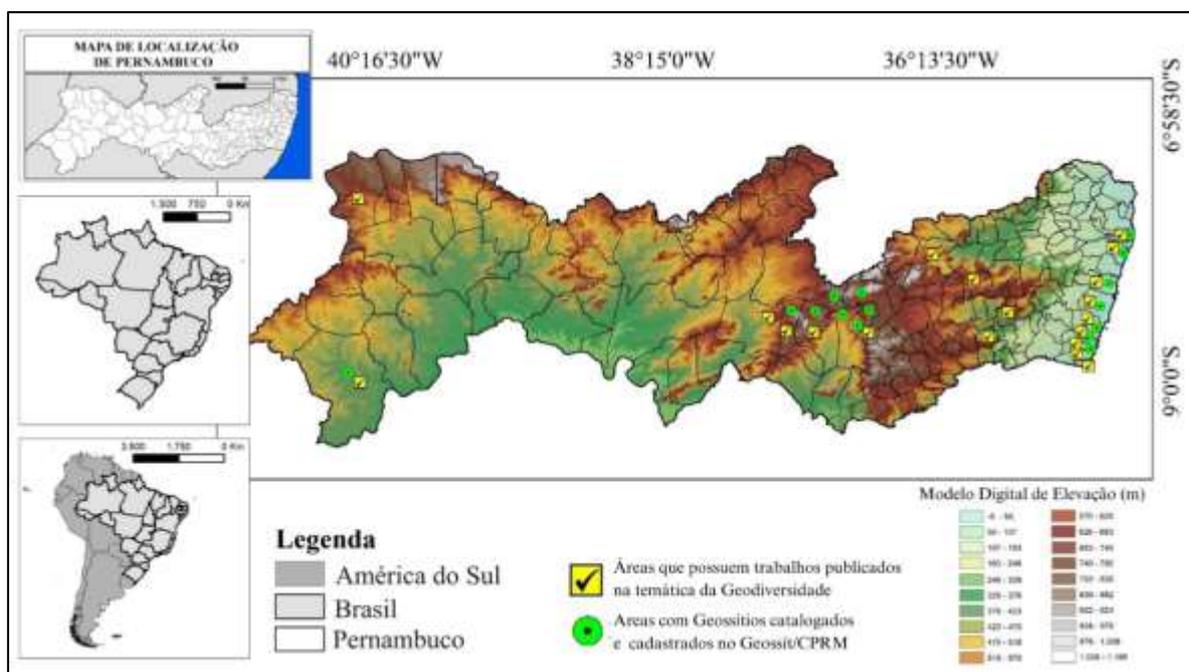
Ainda de acordo com esse trabalho supracitado acima, todo o litoral pernambucano, por exemplo, pode ser visto como um grande geopatrimônio. Pois, o mesmo possui elementos chaves da geodiversidade que contam a história evolutiva da Terra, a nível internacional;

proporciona o desenvolvimento turístico na região, a nível regional; permite incluir as estratégias de conservação somados aos ordenamentos e planeamento territorial, a nível local. E todos eles impactam diretamente nas condições sociais, económicas, históricas e culturais do lugar.

O Litoral Sul foi palco de muitas discussões e já existe proposta para tornar essa região um Geoparque em conformidade com as normativas e diretrizes da UNESCO. Existe também, trabalhos que estão sendo desenvolvidos no Litoral Norte adotando as mesmas metodologias e com a mesma finalidade. A exemplo de Guimarães (2016) que inventariou 13 geossítios (todos registrados no Geossit) no Litoral Sul de Pernambuco e trabalhou-os para além do ponto de vista científico e turístico, de forma geoeseducativa, elaborando jogos com a temática dos geossítios inventariados, no entanto, nenhum deles aparece na plataforma. Santos em 2016, também inventariou 12 geossítios e todos eles foram registrados no Geossit. Porém, nenhum deles ainda foi disponibilizado no site. Ressalta-se a importância de um gerenciamento por parte da CPRM na tentativa de resolver esses conflitos operacionais e que os materiais inventariados possam ser publicados e disponibilizados à comunidade científica e demais interessados.

Percebe-se (Figura 02) que existem ainda espaços no estado de Pernambuco com lacunas envolvendo a discussão norteadora. Existem municípios que possuem geossítios catalogados, mas não possuem uma pesquisa publicada e/ou estratégias de geoturismo. E áreas com trabalhos publicados, mas que ainda não foram registrados no Geossit da CPRM como geossítios.

Figura 02: Localização das áreas com discussão sobre a Geodiversidade no estado de Pernambuco - Nordeste do Brasil.



Fonte: Autores (2023)

### 3.3. Geoconservação, geoturismo e geoeducação no contexto regional

Baseando-se no conceito de Geodiversidade, muitas propostas envolvendo geoconservação, geoturismo e geoeducação foram levantadas para o estado de Pernambuco. De acordo com a tabela 01, os trabalhos promovem discussões envolvendo outras perspectivas de análise e conservação desses elementos. Somada ao conceito inicial, temos a Geoconservação que visa propor medidas eficazes para conservar/preservar quaisquer que sejam os elementos abióticos garantido a utilização dos mesmos nas futuras gerações.

Para Brilha (2005; 2016), a geoconservação permite o desenvolvimento e utilização de práticas e/ou estratégias que permitam a conservação dos elementos geológicos que possuem inegável valor científico, cultural, turístico e outros. Com o objetivo de conservar as áreas de relevante interesse geológico e geomorfológico, surge a geoconservação, dotada de ferramentas direcionadas à conservação e divulgação dos elementos naturais (GUIMARÃES, 2013)

Anos depois, Guimarães (2016), reitera sua argumentação no sentido de quando se fala em geoconservação é preciso que estejam bem definidos os conceitos de patrimônio geológico e geodiversidade. É preciso saber o que e como preservar, conservar e utilizar. Práticas bem aceitas e diluídas na catalogação dos geossítios pernambucanos e na criação de parques estaduais, a saber: Parque do Catimbau, Parque da Pedra Furada e outros. Sabe-se que:

O desenvolvimento de uma estratégia de geoconservação adequada deve levar em consideração fatores como a relevância das informações geológicas e geomorfológicas encontradas na área a ser protegida e também o grau de vulnerabilidade aos impactos decorrentes da ação antrópica a que a mesma está exposta, de modo a criar mecanismos que facilitem a aproximação das pessoas e também protejam as áreas de interesse geológico (SANTOS, 2012, p. 78).

Ainda de acordo com Santos (2012), apesar dos elementos da geodiversidade impulsionarem o turismo no município de Bonito/PE, por exemplo, o enfoque geológico ainda não está presente nesse segmento, o que contribui para uma maior vulnerabilidade em algumas de suas áreas em consequência das atividades humanas que são bastantes ativas.

Para Mariano et al. (2013), no agreste pernambucano, temos o arco granítico da Pedra Furada de Venturosa, que é um geossítio catalogado, que possui uma rara feição geológico-geomorfológica no Brasil. Conforme autores, para a localidade, a aplicabilidade do geoturismo no local permite o desenvolvimento de uma vertente de entendimento da morfologia observada do ponto de vista científico e o turista deixa de ser um mero observador para inteirar-se de como aquela determinada feição se formou e como pode ser preservada/conservada. Sabe-se da importância de inserir a comunidade local como protagonistas de ações conscientes.

Ainda no agreste, temos o trabalho desenvolvido por Arruda (2013) no município de Araripina, localizado no oeste do estado de Pernambuco, caracterizado por sua Geodiversidade, sob aspectos mineralógicos, paleontológicos e Geomorfológicos. O resultado final foi um mapa da Geodiversidade que proporcionou a visualização das áreas de maior interesse para a geoconservação e o geoturismo. A autora sugeriu também diversas finalidades (políticas, sociais, educacionais, econômicas) com a utilização do índice de geodiversidade.

Outro trabalho bastante pertinente desenvolvido no agreste, foi o de França (2015), no município de Lagoa dos Gatos, localizado na mesorregião do Agreste e que está inserido na microrregião do Brejo Pernambucano. O estudo focou na contemplação de um rico cenário, envolvendo a geodiversidade e a biodiversidade local, constituído principalmente por cachoeiras, geofomas graníticas, serras, extensos lajedos e reserva de mata atlântica. A pesquisa inventário alguns geossítios considerando o inventário temático e sistemático proposto por Sharples (2002) a partir da abordagem de classificação baseado no contexto geológico-geomorfológico da região. A autora sugere ainda que com a utilização do geoturismo têm sido uma poderosa ferramenta para a divulgação, valorização e conservação da geodiversidade.

O geoturismo faz parte das atividades turísticas que tem por objetivo e necessidade promover a divulgação e o conhecimento do geopatrimônio, as pessoas que desejam viajar com

a intenção de conhecer e aprender mais sobre os geoambientes (FRANÇA et al., 2013a, 2013b). Como, na maioria das vezes é praticado em áreas naturais, o geoturismo pode ser uma importante ferramenta para o desenvolvimento de ações de preservação do patrimônio natural (FRANÇA, et al., 2011; SILVA JUNIOR, 2013; GUIMARÃES, et al., 2015).

O geoturismo é um segmento que vem crescendo a cada ano, sendo uma nova tendência em termos de turismo em áreas naturais (MOREIRA, 2014; ARRUDA, et al., 2023). Para Manosso et al (2014), é muito importante agregar o ecoturismo, o turismo e o geoturismo nas unidades de conservação e a atratividade turística promovida pelo conjunto de elementos da geodiversidade, e algumas vezes relacionada ao patrimônio geológico é fator primordial para o desenvolvimento como um todo, visto ambos acabam sendo mais expressivos como foco de atração e motivação turística no local. Em lugares que o turismo já ocorre, o desenvolvimento da geoconservação e geoturismo tornam-se indispensáveis.

De acordo com Guimarães et al (2016; 2017b) é preciso criar um roteiro geoturístico de forma multidisciplinar, pois temos a Geodiversidade como foco principal, mas ao mesmo tempo, engloba o máximo de interesses possíveis que houver em um determinado território, valorizando e respeitando as culturas locais e as comunidades inseridas.

No trabalho desenvolvido por Guimarães (2013), foi apresentado algumas propostas direcionadas a divulgação da Geodiversidade local e melhoramento da infraestrutura no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, localizado no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, a fim de ressaltar a divulgação e conservação dos elementos de caráter geológico, geomorfológico, ambiental e histórico da área, bem como seu potencial geoturístico. O parque envolve a área de ocorrência do granito do Cabo de Santo Agostinho e das rochas vulcânicas que cortam o mesmo. Estas rochas, possuem idades datadas de ca 102 m.a., que marcam um dos estágios finais da quebra do megacontinente Gondwana, conhecimento de relevância mundial.

Dentro das Geociências existe a possibilidade da associação, do trabalho e do desempenho da associação dos elementos chaves da geodiversidade, do geopatrimônio, da geoconservação e do geoturismo. Para isso, é de suma importância o diagnóstico através da coleta de dados, da seleção e da avaliação e dos locais aflorantes de testemunhos geológicos, geomorfológicos, arqueológicos e paleontológicos), por meio da conservação que visa a avaliação de aspectos legais, monitoramento, quantificação e inventariação, e pela promoção por meio da valorização desses geoambientes e divulgação/promoção científica.

Quando pensado em Geodiversidade para áreas com grandes valores geológicos e geomorfológicos, por exemplo, independente dos fins científicos, é preciso inserir a

geoconservação. E quando possível e atrelado ao contexto social e histórico, é importante o desenvolvimento de um geoturismo que consiga unir a utilização consciente com fins sustentáveis. Pois, a má utilização dos elementos físicos pode ser irracional e/ou irreversível.

Assim, além do uso científico, para fins de inventariação, o geopatrimônio quando identificado, analisado e gerenciado contará com métodos e aplicabilidade eficazes da geoconservação. A possibilidade, por exemplo do geoturismo, que permite a visitação nesses locais catalogados, e que muitas vezes possuem beleza cênica significativa aos olhos sociais, agregando a divulgação do conhecimento científico desse geoambiente de maneira diferente e direcionada. Na realidade do Litoral Sul de Pernambuco, em praias conhecidas internacionalmente, por exemplo: como Muro Alto, Piscinas naturais de Porto de Galinhas, Maracaípe e em Tamandaré, o turismo desenvolvido é somente o de sol e praia, e o contexto histórico, infelizmente é desvalorizado. Isso é reflexo de políticas públicas de gerenciamento e ordenamento que muitas vezes são inexistentes e/ou ineficazes.

Muitos dos desafios da academia é fazer a extensão do que é desenvolvido na ciência para a população. Portanto, através da geoeducação, é possível utilizar a didática como chave norteadora do conhecimento e através das múltiplas ferramentas possibilitar a aprendizagem científica nos ambientes formais e não formais. O valor cultural é o que mais pesa a depender dos critérios e do público a serem trabalhados, pois a identidade e o reconhecimento local são bastantes fortes. Como forma de externar essa ideia, surge a possibilidade de desenvolver folders, cartilhas, jogos educativos, trilhas virtuais, mapas sugestivos e outros, utilizando elementos da geodiversidade agregando diversão e saberes científicos.

Para Guimarães et al (2017), em qualquer território, onde haja geodiversidade e patrimônio geológico relevante, bem como, comunidades vivendo e promovendo suas atividades, é possível promover uma atividade turística interdisciplinar, de desenvolvimento territorial sustentável, que agregue valor à atividade preexistente de forma integradora, participativa e norteada pelos princípios do geoturismo. Para esse fim, é de suma importância a interação entre as geociências, a academia, os pesquisadores, a comunidade e a promoção do conhecimento.

Vale lembrar que a discussão sob inventário do Geopatrimônio, estratégias de Geoconservação, Geoparques, Geoturismo e divulgação das Geociências deve acontecer diretamente nos espaços formais e não formais de ensino, por meio da elaboração e aplicação de materiais geoes educativos, por exemplo. Portanto, ressalta-se a importância do elo de ligação entre a academia, governo, sociedade, espaços formais e não formais.

#### **4. Considerações finais**

Mesmo se tratando de um ramo de pesquisa em Geociências, consolidada por Sharples (2002), Reynard (2005), Brilha (2016), Gray (2019), entre outros que estão disseminados na literatura mundial, em expansão no Brasil, os estudos sobre as temáticas voltadas ao meio abiótico “Geodiversidade/Geoconservação/Geoturismo/Geoeducação” no estado de Pernambuco, assumem importância fundamental na promoção da manutenção e utilização sustentável dessas áreas de interesse geológico, geomorfológico e demais aspectos abióticos.

Assim, entende-se que através da interdisciplinaridade e popularização da ciência é possível conscientizar a população sobre a importância do geopatrimônio e das estratégias de conservação atreladas ao turismo e práticas ambientais. O estado possui diversas áreas inseridas na grande Província da Borborema e áreas adjacentes que precisam ser exploradas, catalogadas e merecem uma atenção aos olhares da geodiversidade e da geoconservação.

Percebe-se que o litoral pernambucano é detentor de muitos trabalhos acadêmicos, seguido do sertão, e por último o agreste. A região com nenhum trabalho publicado envolvendo a temática em discussão foi a zona da mata. Isso se dá, muitas vezes, pela ausência de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento dessas pesquisas. Portanto, é importante um olhar das esferas públicas e privadas na tentativa de promover o geopatrimônio pernambucano. Percebe-se a necessidade e importância de levar esses conhecimentos científicos aos ambientes formais e não formais. Uma vez que todos precisam entender a necessidade de conservação desses elementos às futuras gerações.

É válido ressaltar a necessidade de mais pesquisas em diversos pontos do estado de PE, uma vez que é possível catalogar diversos lugares como verdadeiro geopatrimônio. Na literatura e no rápido crescimento das geotecnologias, muitas foram as metodologias desenvolvidas, como trilhas educativas, mapeamentos tridimensionais, aplicabilidades dos drones, imagens de satélites, utilização de *QR code* e outros, para impactar diretamente nos resultados de pesquisas que envolvam a geodiversidade. É importante investir nas aplicabilidades destas para propagar ainda mais a discussão e geração de resultados inéditos e que mudem a realidade das pessoas, dos espaços e que estes estejam conservados as futuras gerações.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Universidade Federal de Pernambuco, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFPE, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (Capes) pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor, e por último, ao Grupo de Pesquisa em Geodiversidade de Pernambuco.

## Referências

- AB’SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: **Ateliê Editorial**, 2003. 159p.
- ARRUDA, I. R. P. D., MARIANO, G., & GUIMARÃES, T. D. O. Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira De Geografia Física**, 17(1), 709–731. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p709-731>, 2024a.
- Arruda, I. R. P. de, Mariano, G., & Guimarães, T. de O. GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO:: Site de divulgação da Geodiversidade do Estado de Pernambuco. **GEOFRONTER**, 10, e8275, 2024. <https://doi.org/10.61389/geofronter.v10.8275>
- Arruda, Í. R. P. de ., Lima, G. R. de ., Listo, D. G. da S., Mariano, G. ., & Guimarães, T. de O. Proposta de geoconservação no distrito de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, NE do Brasil. **Geologia USP. Série Científica**, 23(2), 87-98, 2023. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-204675>.
- ARRUDA, Í. R. P.; MARIANO, G. ; GUIMARAES, T. O. **Índice de Geodiversidade do município de Paulista – Pernambuco (Brasil)**. In: VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2022a, São Paulo. Anais Do VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2022.
- ARRUDA, Í. R. P.; LIMA, G. R.; LISTO, D. G. S.; MARIANO, G.; GUIMARAES, T. O. **Proposta de Geoconservação no distrito de Fazenda Nova - Brejo da Madre de Deus - Pernambuco, NE do Brasil** In: VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2022b, SAO PAULO. ANAIS DO VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico.
- Arruda, I., Santos, L., Silva, V., Assis, K., & Silva, O. Análise Superficial da Cabeceira de Drenagem na Vila Maria no Município de Garanhuns – Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 1815-1827, jul. 2021. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244471>>. Acesso em: 23 out. 2022. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1815-1827>.
- Arruda, I. R. P., Guimarães, T. O. Análise vegetacional do município de Brejo da Madre de Deus - Pernambuco. **Revista Geofronter**, 6, 01-17, 2020.
- ARRUDA, I. R. P. ; TAVARES, V. C. ; LIMA, G. R. ; SILVA, D. G. **Geodiversidade Em Venturosa: Um Estudo De Caso No Parque Da Pedra Furada - Pernambuco**. In: II Congresso Internacional Da Diversidade Do Semiárido, 2017, Campina Grande. anais do II CONIDIS, 2017. v. 1.
- ARRUDA, Í. R. P. ; GUIMARAES, T. O. **Neck Vulcânico De Ipojuca: Um Atrativo De Interesse Científico, Turístico E Cultural**. In: 68ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência SBPC, 2016, Porto Seguro, BA. Anais /Resumos da 68ª Reunião Anual da SBPC. SÃO PAULO: SBPC, 2016. v. 68.
- ARRUDA, Í. R. P., GUIMARÃES, T. O. **Processos Geodinâmicos e Modificação da Paisagem: Parque da Pedra Furada (Venturosa – Pernambuco)**. Anais /Resumos da 67ª Reunião Anual da SBPC, 12-18, julho, UFSCar, São Carlos, 2015.

ARRUDA, K. E. C. **Geodiversidade no município de Araripina - PE, Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2013.

ASSIS, K. S. G. ; LIMA, G. R. ; SILVA, V. T. ; ARRUDA, I. R. P. ; SILVA, D.G. **Biodiversidade E Geodiversidade Na Serra Dos Cavalos/PE**. In: Ranyére Silva Nóbrega ?. (Org.). Reflexões sobre o semiárido: obra do encontro do pensamento geográfico. 01ed.Recife: Itacaiúnas, 2017, v. 530, p. 176-182.

Barreto, A. M. F., Polck, M. A. R. Fósseis de Pernambuco: Desafios na Busca de Conexões para Integrar Sociedade a seus Acervos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, 38059, 2021. doi: [https://doi.org/10.11137/1982-3908\\_2021\\_44\\_38059](https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_38059).

BARRETO, A. M. F., Brilha, J.B.R.; SALES, A. ; ALMEIDA, J. A. C. . **Patrimônio Paleontológico e Geoconservação da Formação Santana (Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Pernambuco e Piauí - Nordeste do Brasil)**. In: Henriques, M. H., Andrade, A. I., Quinta-Ferreira, M., Lopes, F. C., Barata, M. T., Pena dos Reis, R. & Machado, A.. (Org.). Para Aprender com a Terra. Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono. Cap. 29 (in press).2012. 1ed.Coimbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra, PO, 2012, v. 1, p. 1-15.

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.

BARROS, R. G. L. ; FRANCA, L. F. O. **Geotecnologias Aplicadas aos estudos da Geodiversidade no Município de Petrolina-Pe**. In: III Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Interdisciplinar, 2017, Juazeiro, BA. Anais do III Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Interdisciplinar, 2017. p. 229-232.

BARROS, R. G. L.; FRANCA, L. F. O. **Avaliação Qualitativa Equantitativa Dos Sítios Degeodiversidadedo Município De Petrolina-PE**. In: Semana Universitária UPE, 2017, Petrolina. Anais da SemanaUniversitária daUPE, 2017. v. 17. p. 102-102.

BEM, B.N.C. **Estudo do patrimônio geológico de Ipojuca/ PE como subsídio para o desenvolvimento do geoturismo**. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado, 247p. 2011.

Bispo, C. O.; Arruda, I. R. P.; Lima, G. R.; Guimaraes, T. O. Geodiversidade Na Praia De Maracaípe: Um Estudo De Caso No Litoral Sul De Pernambuco In: **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**.1 ed.Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017, v.1, p. 3256-.

Brasil. 2010. **Sol e Praia: orientações básicas**. Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. Brasil – 2.ed. 59p.

Brilha, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, 2015. p. 1-16.

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

CPRH. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco**. Agência Estadual do Meio Ambiente – CPRH. Recife. 89p, 2001.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. GEOSIT – Cadastro de Sítios Geológicos. [S. l.: s. n.], [2023]. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geosit/>. Acesso em: 1 mar. 2023.

FERNANDES, E. M. **Estratégias de Geoconservação e Desenvolvimento Local no Sítio Geomorfológico Serrote do Urubu Petrolina-PE**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco.

FERREIRA, B. **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, 2014.

FRANCA, L. F. O.; CAVALCANTI, L. C. S.; SOUSA, M. E.; BARROS, R. G. L.; MARIANO, G. **Inventariação e diagnóstico da geodiversidade do município de Petrolina - PE**. In: IV Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico e II Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, 2017, Ponta Grossa-PR. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico e II Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, 2017. p. 586-590.

França, L. F. O., Mariano, G., Hora, B. R. C. Avaliação quantitativa de sítios de geodiversidade utilizando a técnica de análise de agrupamentos: estudo de caso. **Caderno de Geografia**, v.26, n.45, 2016. DOI 10.5752/p.2318-2962.2016v26n.45p.27.

FRANÇA, L. F. O. **Geodiversidade como ferramenta para o desenvolvimento geoturístico do município de Lagoa dos Gatos - PE**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2015.

FRANÇA, L. F. O. ; MARIANO, G. ; HORA, B. R. C. ; GUIMARÃES, T. ; SANTOS, E. M. **Proposta de Treinamento de Curso para Guias de Turismo com enfoque para o Geoturismo**. In: II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico / I Workshop sobre Patrimônio Geológico Construído., 2013a, Ouro Preto. II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico., 2013a. v. II. p. 45-46.

FRANÇA, L. F. O.; BARBOSA, H.M.S.; MARIANO, G. **Geodiversidade vs Biodiversidade: relações entre líquens e a Pedra do Vento no município de Lagoa os Gatos-PE**. In: XXV Simpósio de Geologia do Nordeste/ III Simpósio da Província da Borborema., 2013b. v. 23. p. 49-50.

FRANÇA, L. F. O.; MARIANO, G. **Geoturismo: Uma proposta Geoconservacionista para os Municípios de Cupira e Lagoa dos Gatos - PE**. In: I Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2011, Rio de Janeiro. I Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2011. v. 1.

GAMA, E. S. **Geodiversidade: teoria e práticas geoducativas nas orlas dos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco.

GAMA, E. S., GUIMARÃES, T. O. **Roteiro Geoeducativo: Percepção ambiental e geoconservação na orla fluvial de Juazeiro/BA e Petrolina/PE**. Educação ambiental [livro eletrônico] : atitudes e ações resilientes para o equilíbrio do planeta / Giovanni Seabra (organizador. -- Ituiutaba, MG : Editora Barlavento, 2022. -- (CNEA 2021).

Gama, E. S., Guimarães, T. O., Lyra, L. H. B. Potencial Geoturístico Das Ilhas Fluviais Do Submédio São Francisco. **Estudos Geológicos** vol. 31(2), 2021. Doi: 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v31n2p87-108.

Gray, M. *Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society*. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 7, n. 4, p. 226–236, 2019.

GRAY, M.; GORDON, J.E.; BROWN, E. J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 124, 2013, p. 659–673.

Gray, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. **John Wiley and Sons**, Chichester, England. 2004.

GUIMARÃES, T. DE O.; MARIANO, G.; SÁ, A. A. **Patrimônio pétreo no Cabo De Santo Agostinho (PE): dos estágios finais de abertura do atlântico aos dias atuais**. Patrimônio em Pedra [fonte eletrônica]. Del Lama, Eliane Aparecida (Org.) - São Paulo: Instituto de Geociências da USP, CAPES, CNPq, FAPESP, 2021.

GUIMARÃES, T.O. **Geodiversidade, geopatrimônio e sociedade**. In: SEABRA, Giovanni (org.). Terra: educação ambiental e consumo. Ituiutaba: Ed. Barlavento. 2021. p. 122-132.

Guimarães, T. O.; FRANÇA, L. F. O. ; LACERDA, L. **Paisagens do município de Petrolina/PE: caminhos para o geoturismo e geoeducação no vale submédio do São Francisco**. In: Geovanni Seabra. (Org.). Educação Ambiental - cenários atuais da saúde ambiental e humana. 1ed.Ituiutaba: Barlavento, 2020, v. 2, p. 889-902.

Guimarães, T. De O.; Mariano, G.; Sá, A. A. Inventário e avaliação qualitativa como subsídio à geoconservação e ao geoturismo: Litoral Sul do Estado de Pernambuco (Nordeste-Brasil) (Inventory and qualitative evaluation for geoconservation and geotourism: Southern Coast of the estate of ...). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 1218-1238, maio 2017a. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233984>>. Acesso em: 23 out. 2022. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v10.4.p1218-1238>.

Guimaraes, T. O., Mariano, G., & Sá, A. A. A. 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, 2017b. <https://doi.org/10.33809/2447-4606.31201733-57>

Guimarães, T. De O.; Mariano, G.; Sá, A. A. e. 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, 2017c. DOI: 10.20396/td.v13i1.8648626. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8648626>. Acesso em: 24 out. 2022.

GUIMARÃES, T. O. **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, 2016.

Guimarães, T.O., Mariano, G., Sá, A.A. Beachrocks of Southern Coastal Zone of the State of Pernambuco (Northeastern Brazil): Geological Resistance with History. **Geoheritage**, 2016<sup>a</sup>. doi:10.1007/s12371-016-0181-4.

Guimarães, T. De O.; Mariano, G.; Sá, A. A. Roteiros Geoturísticos no Litoral Sul de Pernambuco. **Estudos geológicos**. Vol 26(3) Especial, 2016b.

GUIMARÃES, T.O., MARIANO, G., SÁ, A.A. **Gaibu Mud Bath (Santo Agostinho Cape, Pernambuco, NE Brazil): geological heritage and healthy lifestyles**. In: 13th European Geoparks Conference, At Rokua - Finland, Volume: Book of Abstracts - Responsible Use of Natural and Cultural Heritage, 2015a.

GUIMARÃES, T.O., MARIANO, G., SÁ, A.A. **potencial geoturístico en la zona costera sur del estado de Pernambuco (NE BRASIL)**. A. Hilario, M. Mendia, M. Monge-Ganuzas, E. Fernández, J. Vegas y A. Belmonte (eds.). Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos. Cuadernos del Museo Geominero, no 18. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2015b. ISBN 978-84-7840-962-4.

Guimarães, T. O., Mariano, G. Uso de trilhas como recurso didático: abordagem interdisciplinar no ensino das Geociências. **Estudos Geológicos**. 24(1):89-103, 2014.

GUIMARÃES, T. O., MARIANO, G.; SÁ, A. A. **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, província de Neuquén, República Argentina, 2013.

GUIMARÃES, T. O. **Geoconservação: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFPE. 154 p. Recife/PE – Brasil, 2013.

LIMA, G. R. **Inventário Geomorfológico Da Ocorrência De Marmitas No Distrito De Fazenda Nov A, Município De Brejo Da Madre De Deus, Agreste Pernambucano**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE. 150 p. Recife/PE – Brasil (no prelo).

LIMA, G. R. ; LISTO, D. G. S. ; GUIMARAES, T. O. ; ARRUDA, Í. R. P. **Inventário de potencial científico em Marmitas (Weathering Pits) no distrito de Fazenda Nova - Pernambuco, Nordeste do Brasil**. In: VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2022, SAO PAULO. ANAIS DO VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2022.

LIMA, G. R. ; ARRUDA, Í. R. P., SILVA, D. G. **Análise e interpretação da Geodiversidade e Biodiversidade da paisagem na Serra dos Cavalos/Pernambuco**. In: II Congresso Internacional Da Diversidade Do Semiárido, 2017, Campina Grande. anais do II CONIDIS, 2017. v. 1.

LIMA, G. R. ; ARRUDA, Í. R. P. ; GUIMARAES, T. O. **Geodiversidade E Biodiversidade Na Zona Costeira Sul De Pernambuco: Um Estudo De Caso Da Praia De Maracaípe/Ipojuca/PE**. In: 68ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência SBPC, 2016, Porto Seguro, BA. Anais /Resumos da 68ª Reunião Anual da SBPC. SÃO PAULO: SBPC, 2016a. v. 68.

Lima, G. R. ; Arruda, Í. R. P. ; Silva, W. S. A. ; Guimaraes, T. O. *Geodiversidade em Pernambuco: As peculiaridades da Zona Costeira Sul: Praia de Maracaípe*. In: III SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA DO NORDESTE, 2016b, CAICÓ/RN. CADERNO DE RESUMOS III SGFNE. RIO GRANDE DO NORTE: **Revista de Geociências do Nordeste**, 2016. v. 02. p. 1470-1513.

MADRUGA FILHO, J. D. **Aspectos ambientais entre as praias do Paiva e Gaibú, município do Cabo de Santo Agostinho - litoral sul de Pernambuco**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2004.

Manosso, F. C. et al. A Geodiversidade como atratividade turística nos Parques Nacionais brasileiros e Parques Estaduais dos Estados do Paraná e Pernambuco. **Caderno de Geografia**, v.24, n.42, 2014.

MARIANO,G.; CORREIA,P.B.; FERREIRA,R.V.; ACCIOLY,A.C.A. **Pedra Furada de Venturosa, PE - Raro arco granítico com enclaves dioríticos** . In: Winge,M.; Schobbenhaus,C.; Souza,C.R.G.; Fernandes,A.C.S.; Berbert-Born,M.; Sallun filho,W.; Queiroz,E.T.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil, 2013.

Mariano, G; Guimaraes, T. O.; Correia, P. B. Inventariação e Quantificação do Geossítio: Arco Granítico - Parque da Pedra Furada - Venturosa/PE. **Estudos geológicos** (UFPE), v. 22, p. 63-76, 2012.

MARTINS, F. C. ; FRANCA, L. F. O. ; SOUSA, M. E. ; BARROS, R. G. L. . **The Inselbergs Importance In The Caatinga For The Birds Of Prey Conservation In Petrolina**, P. In: XIII Congresso de Ecologia do Brasil e III International Symposium of Ecology and Evolution, 2017, Viçosa. Anais do XIII Congresso de Ecologia do Brasil e III International Symposium of Ecology and Evolution, 2017. v. 13. p. 1-1.

Moreira, J. C. Geoturismo e interpretação ambiental. 1. ed. **Rev. atual**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.

Nascimento, M.L; Valença, R. F E Wildner, W. **Proposta Litoral Sul de Pernambuco**. Cap. 18. Em: Geoparques do Brasil: propostas. Orgs: Carlos Schobbenhaus [e] Cássio Roberto da Silva. – RJ. V. 1, 748 p. – Brasil, 2012.

OLIVEIRA, R. A.; ARRUDA, I. R. P. ; CORREA, A. C. B. . **Evolução Da Paisagem: Um Estudo de Caso do Parque da Pedra Furada - Pernambuco**. In: XVII Jornada De Ensino, Pesquisa E Extensão - JEPEX, 2016, RECIFE. ANAIS DA XVII Jornada De Ensino, Pesquisa E Extensão - JEPEX, 2016. p. 2383-1.

OLIVEIRA, T. S. **Geodiversidade da plataforma continental interna de Recife/PE, Brasil, e sua influência na distribuição de habitats marinhos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2017.

Pereira, R.G.F.A. Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil) – Tese de Doutorado. Braga, Universidade do Minho, 2010.

PFALTZGRAFF, P.A.F. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na Região Metropolitana do Recife**. Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geociências – CTG – UFPE. Recife/PE, 2007.

REYNARD, E. Géomorphosites et paysages. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, n. 3, p.181-188. 2005.

Rocha, M. H. de M., & Oliveira, N. S. M. de. Desafios do Turismo pedagógico no Parque Nacional do Vale do Catimbau (PE). **Revista Brasileira De Ecoturismo** (RBEcotur), 15(1), 2022. <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2022.v15.12657>

RODRIGUES, L. F. **Roteiro geoducativo como suporte aos professores de geografia em aula de campo: Serra Da Santa E Pedra da Escrevida - Petrolina/PE"**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco.

SANTOS, M. B. **Limitações e possibilidades para o geoturismo na Ilha do Fogo, entre as cidades de Petrolina - PE e Juazeiro-BA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2021.

SANTOS, R. C. **Avaliação do potencial Geossítio Açude das Pedras no município de Petrolina - PE**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2020.

- SANTOS, A. M. **Avaliação qualitativa e quantitativa dos sítios de geodiversidade do município de Petrolina-PE**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco.
- SANTOS, E. M. **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, 2016.
- SANTOS, K. P. **Serra da Santa: Paisagem, Cartografia e Patrimônio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2015.
- SANTOS, E. M. **Diagnóstico Da Geodiversidade E Potencial Geoturístico Do Município De Bonito, Agreste De Pernambuco**. Dissertação - Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências - Universidade Federal de Pernambuco, 2012.
- SEABRA, G.; GORKI, M. **Turismo rural no agreste pernambucano: o caminho das pedras é também das flores e dos frutos**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE TURISMO RURAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 4., 2004, Joinville, Anais... Joinville, Ielusc, 2004, p. 1-9 (As políticas públicas e ações privadas para o turismo rural).
- SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. **Tasmanian**. Parks & Wildlife Service, 81p, 2002.
- SHYU, R. M. **Magnetoestratigrafia do Geossítio K-Pg na Mina de Poty, Pernambuco, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. doi:10.11606/D.44.2022.tde-28072022-080044. Acesso em: 2022-10-23.
- SILVA, P. R. **Proposta geoducativa para o Geossítio Rajada, Petrolina/PE: estratégias para o ensino básico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2022.
- SILVA, E. R. D. **Avaliação do potencial geoturístico do sítio geomorfológico Serra do Areal - Petrolina-PE**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2018.
- SILVA, W. S. A. ; ARRUDA, Í. R. P. ; SANTOS, E. M. ; GUIMARAES, T. O. **Neck vulcânico de Ipojuca: um atrativo de interesse geoturístico**. In: III Simpósio De Geografia Física Do Nordeste, 2016, CAICÓ/RN. CADERNO DE RESUMOS III SGFNE. RIO GRANDE DO NORTE: Revista de Geociências do Nordeste, 2016. v. 02. p. 1470-1513.
- SILVA, A.I. S. **A produção de recursos geodidáticos para o ensino de geologia na educação básica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2017.
- SILVA JUNIOR, E. D. **Levantamento do potencial geoturístico do parque nacional do Catimbau-PE. como subsídio para criação de um futuro geoparque**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.
- Silva, T. R. F. ; França, L. F. O. ; Mariano, G. **Paisagem**. In: Geovanni Seabra. (Org.). *Geoturismo como base para o desenvolvimento turístico de lagoa dos gatos/PE*. Ituiutaba, Barlavento, 2016.
- SILVANO, D. F. **Jogos Geoeducativos: ferramentas de ensino e aprendizagem para alunos do ensino fundamental II**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de Pernambuco, 2022.

Sousa, S. G., Santos, L.F.L., Silva, V.T., Arruda, I.R.P., Listo, D.G.S. Análise geomorfológica do município de Quipapá - zona da mata de Pernambuco. **Revista Equador (UFPI)**, 8, 436-448, 2019.

Sousa, M. E., Cavalcanti, L. C. S., França, L. F. O. Inventário do potencial pedagógico dos sítios e de geodiversidade do município de Petrolina-PE. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 68, p.395-415, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n68p395>

STANLEY, M. *Geodiversity*. **Earth Heritage**, v. 14, p. 15-18, 2000.

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. Disponível: <https://doi.org/10.5007/21775230.2019v34n70p385>. Acesso: 22 set. 2022.

## CAPÍTULO 04 – ARTIGO: CARACTERIZAÇÃO DO GEOPATRIMÔNIO PERNAMBUCANO: ANÁLISE DO ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE DO LITORAL NORTE – NORDESTE DO BRASIL

Revista Brasileira de Geografia Física v.17, n.01 (2024) 709-731.



ISSN:1984-2195

### 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 Brasil<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Italo Rodrigo Paulino de Arruda, <sup>2</sup>Gorki Mariano, <sup>3</sup>Thaís de Oliveira Guimarães

<sup>1</sup>Doutorando em Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária s/n CEP: 50670-901, Recife, Pernambuco. (81) 2126-7222. Autor correspondente: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br). <sup>2</sup>Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia e do PPGEOC 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](mailto:gorki.mariano@ufpe.br). <sup>3</sup>Doutora 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](mailto: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 geodiversidade 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 e 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 geodiversity 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

<sup>1</sup> 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.

## **Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte –Nordeste do Brasil**

Revista Brasileira de Geografia Física – Qualis Capes: A2

DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p709-731>

**Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>; Gorki Mariano<sup>2</sup>; Thaís de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>;**

<sup>1</sup>Doutorando 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. <sup>2</sup>Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia e do PPGEOC 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. <sup>3</sup>Doutora 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.

### **RESUMO**

Este trabalho tem por objetivo aplicar um índice de geodiversidade na zona costeira norte do estado de Pernambuco. Utilizou-se as 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. Para tanto, 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 quantificar e o de identificar 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**

### **A B S T R A C T**

This work aims to apply a geodiversity index in the northern coastal zone of the state of Pernambuco. 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. To this end, 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 quantifying and identifying potential in the study area. After application, the index demonstrated that the areas with the highest values, with potential for 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 catalogado, quantificado, inventariado 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 atrativa). Nessa perspectiva, as geofomas tem contribuído bastante para a aplicabilidade e compreensão desse conceito. Sabe-se que todas elas (as geofomas) 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 (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). E que muitos ainda precisam ser investigados.

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 na importância de sua preservação/conservação e utilização de forma sustentável. No caso deste estudo, o foco central está na quantificação e identificação 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.

Dessa forma, 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-se 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.

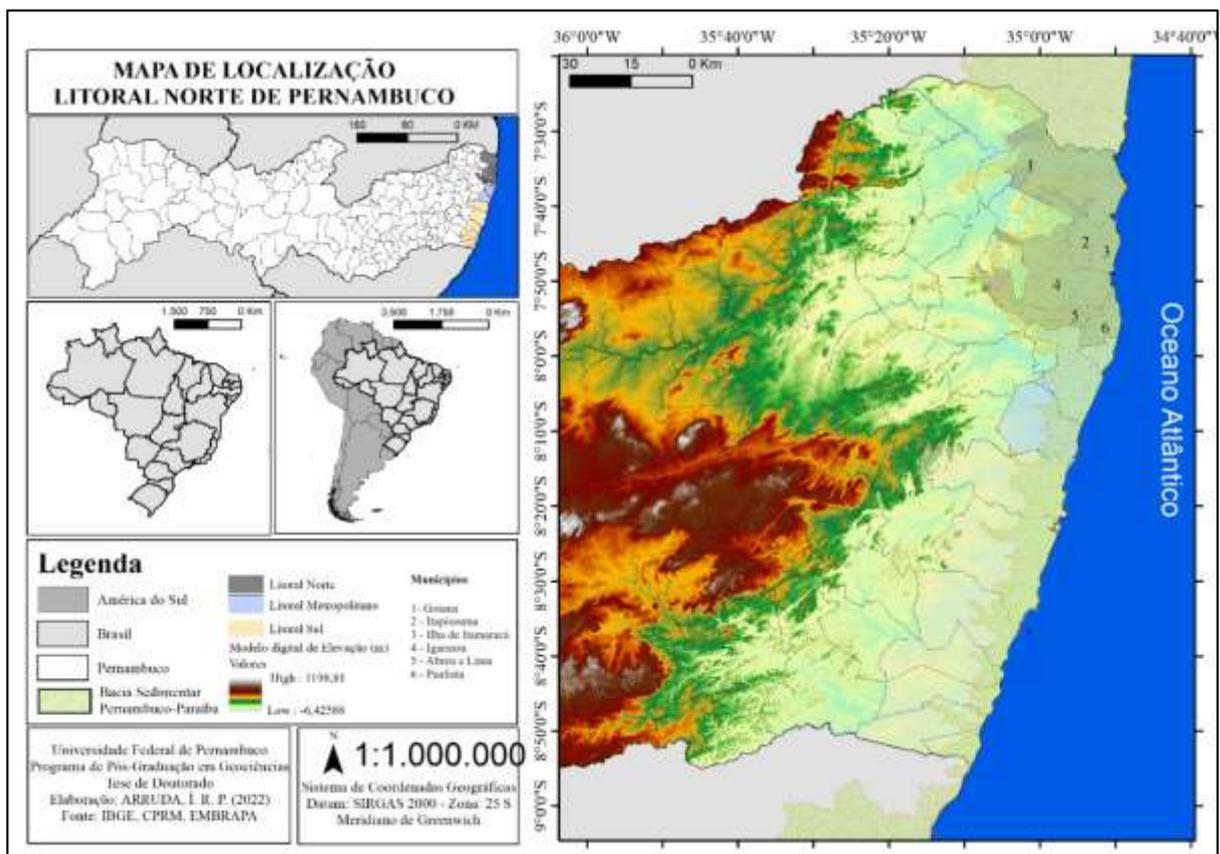
Esse tipo de ferramenta online e gratuita contam com imagens de satélites de alta resolução, proporcionando uma melhor visualização e uma maior riqueza de detalhes da área em estudo. Em concomitância com estas análises foi elaborado um mapa com identificação de possíveis geossítios.

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, sentido 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 km<sup>2</sup> com população de 9.616.621 habitantes (IBGE, 2020). Os seis municípios compreendem uma área total de aproximadamente 5.997,78 km<sup>2</sup> 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 dispõem 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./km<sup>2</sup> (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 25km<sup>2</sup> 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; Morais, 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. 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-brasileiro (CPRM, 1990; 2001).

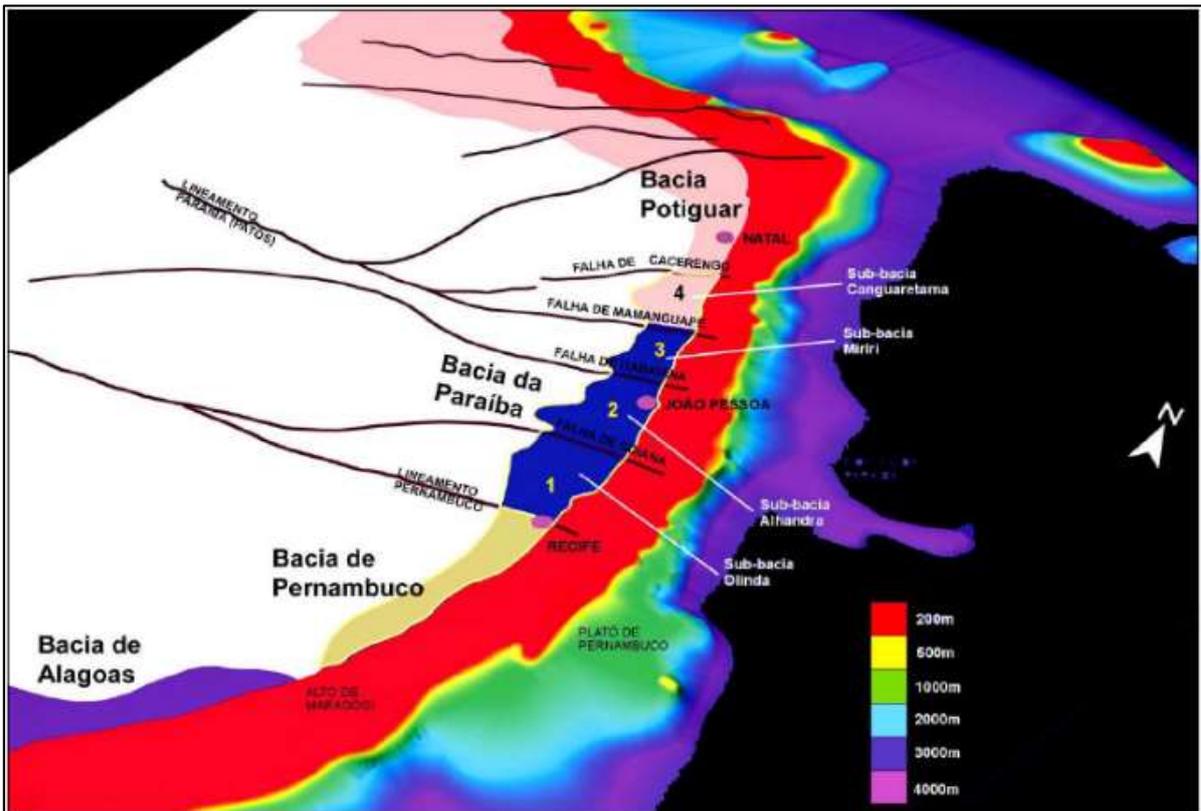
Sua entidade mais representativa é o maciço Pernambuco-Alagoas, e, posteriormente, os terrenos metassedimentares do sistema de dobramentos Pajeú-Paraíba, caracterizados por uma associação de xistos, paragneisses e quartzitos distribuídos numa faixa alongada segundo a direção NE-SW. Os complexos pertencentes a 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 ortogneisses paleoproterozóicos datados em 1,97 a 2,12Ga (Neves *et al.*, 2006), e pelo ortogneisse Taquaritinga, mesoproterozóico, com idade 1,5 Ga (Sá *et al.*, 2002). A Bacia da Paraíba é sobreposta a rochas supracrustais, graníticas e ortogneisses, 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 1.800Ma datado como Paleoproterozóico, é constituído por

ortognaisses de composição granítica a tonalítica e, em menor proporção, monzonítica, monzodiorítica e dióritica (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, paragnaisses, 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).

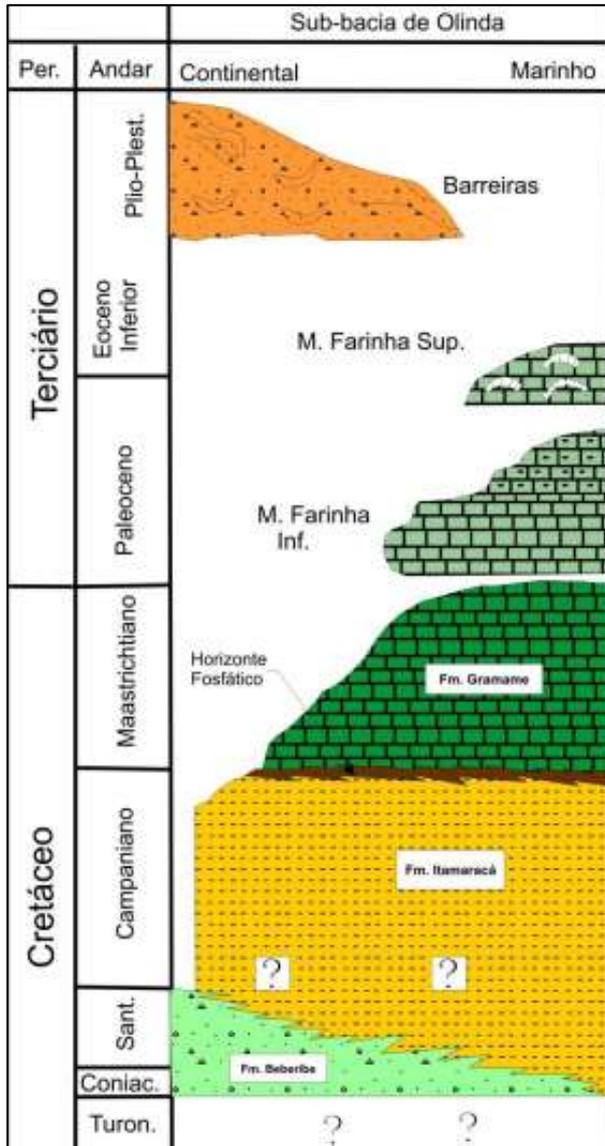
A Formação Itamaracá corresponde a deposição de sedimentos de ambientes transicionais de idade campaniana. A mesma, ocorre sobre a Formação Beberibe, e é constituída por folhelhos, arenitos calcíferos creme ou acinzentados, com granulação de média a grossa, estratificação indistinta e abundantes moldes 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 ( $7.310 \pm 60$  anos AP e  $5.805 \pm 40$  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 meandrantés, 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 Espodosolos (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 Presidio 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 desaguam 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 Fluviomarinhos, 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 Eart, 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.

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

Tabela 1: Relação dos valores encontrados para o IG.

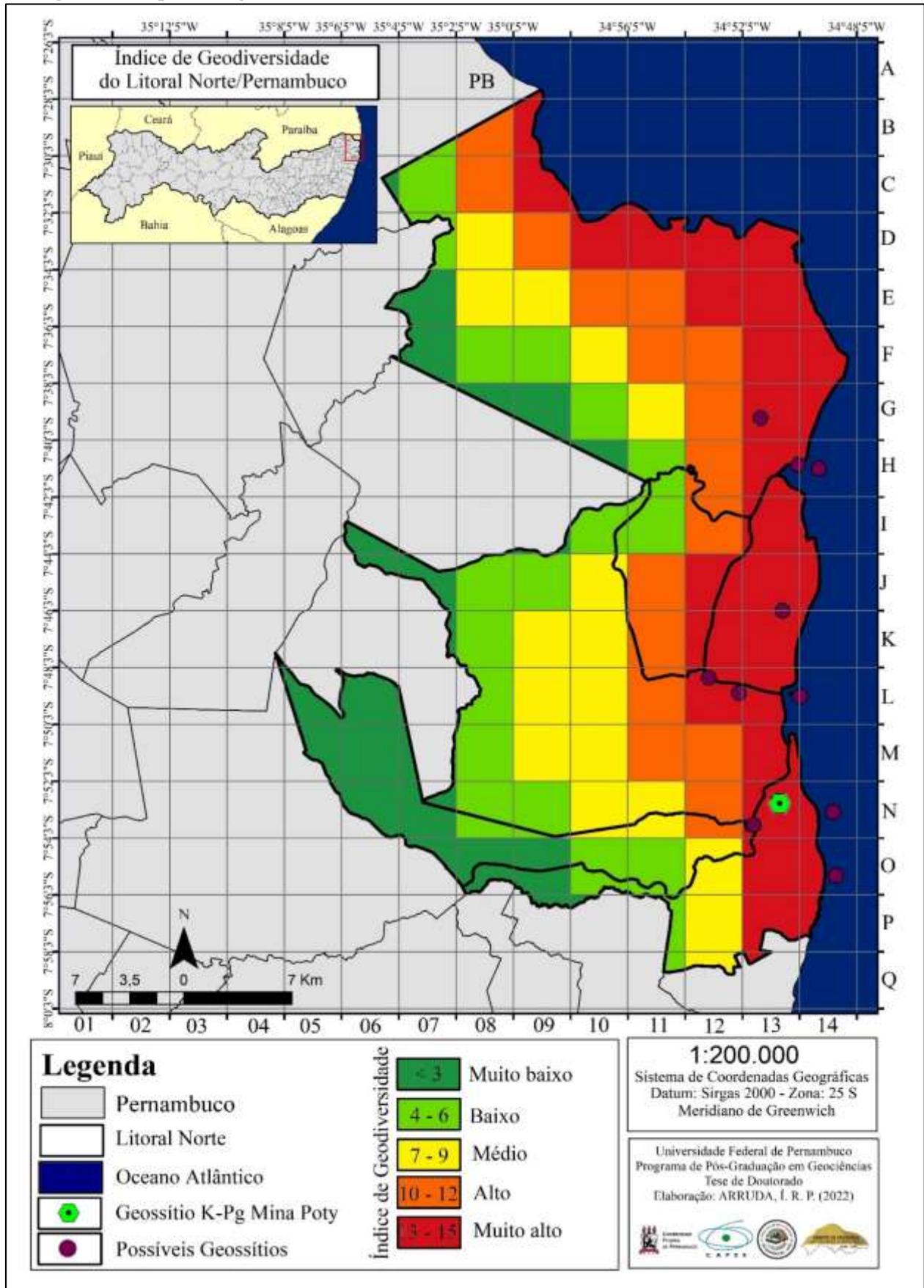
Cada aspecto da geodiversidade foi analisado individualmente para que no final pudessemos somar todos e gerar o IG geral. Conforme resultado, a geologia obteve 55% das quadriculas com valores entre 1 e 3 pontos, resultando em áreas com índice entre baixo e médio enquanto que, para 45% da área do litoral 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. 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.

Figura 4: Representação do Índice de Geodiversidade do litoral norte de Pernambuco.



Os maiores índices de paleontologia estão localizados em 37 quadrículas que foram classificadas no IG do município como muito alto, e outras 17 quadrículas estão localizadas na classificação de IG Alto. O fato dos pontos fossilíferos aparecerem nas quadrículas 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 quadrícula.

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.

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.

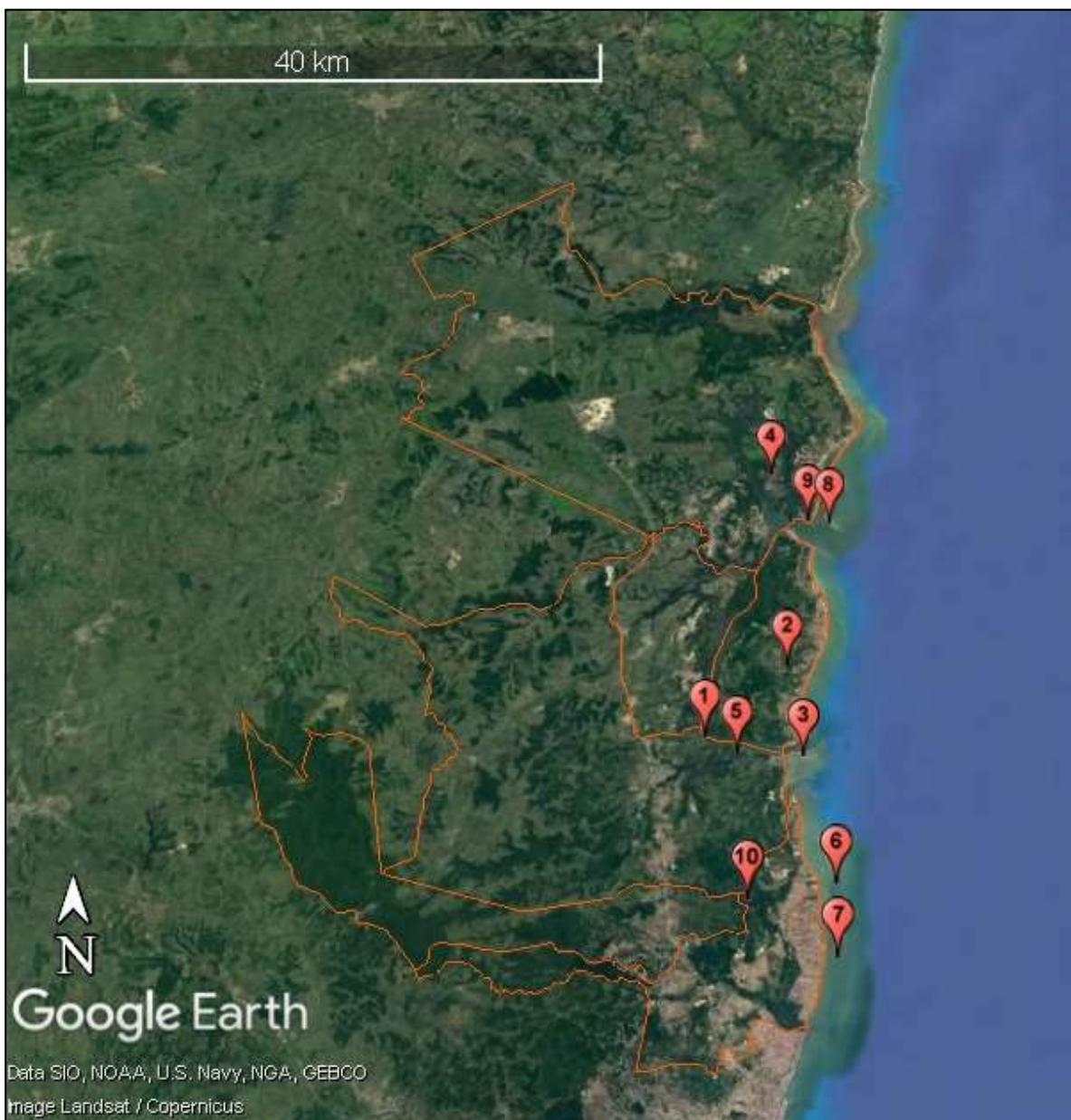
Ressalta-se que a criação desse mapeamento tem por finalidade tornar-se-á mais um geoindicador aos estudos da geodiversidade. Mas, que trabalhos de campo, mapeamentos de detalhes, inventários, fichas e outros ainda precisam ser utilizados para identificação e compreensão das áreas de interesse.

### ***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.

Figura 5: Identificação de possíveis geossítios no litoral norte pernambucano. Fonte: *Google Earth Pro* (2023).



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 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.



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



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. 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. Pois, 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 geoeseducativa, elaborando jogos com a temática dos geossítios inventariados.

Brum e colaboradores (2023) reforçam a importância de atividades geoeseducativas 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, atraí 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 conseqüentemente 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. A exemplo de 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. Pois, 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, Paleocológicos, 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. 1.], 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](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 geoescolares 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 Didatica*, 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, província 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 Economica, 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. 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., Paleoecology., 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. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rta/article/view/186087>. 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. 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 seqüência 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 geoeducativas 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.

## CAPÍTULO 05 – ARTIGO: QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE GEOHERITAGE OF THE NORTHERN COAST OF THE STATE OF PERNAMBUCO, NORTHEAST BRAZIL

Submetido a Journal of South American Earth Sciences – Qualis Capes: A2



ITALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA <italo.arruda@ufpe.br>

### SAMES-D-24-00287 - Confirming your submission to Journal of South American Earth Sciences

1 mensagem

Journal of South American Earth Sciences <emj@editorialmanager.com>  
 Responder a: Journal of South American Earth Sciences <support@elsevier.com>  
 Para: Italo Rodrigo Paulino de Arruda <italo.arruda@ufpe.br>

27 de maio de 2024 às 09:19

\*This is an automated message.\*

Qualitative assessment of the geoh heritage of the Northern Coast of the state of Pernambuco, Northeast Brazil

Dear ITALO ARRUDA Arruda,

We have received the above referenced manuscript you submitted to Journal of South American Earth Sciences. It has been assigned the following manuscript number: **SAMES-D-24-00287**.

To track the status of your manuscript, please log in as an author at <https://www.editorialmanager.com/sames/>, and navigate to the "Submissions Being Processed" folder.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,  
 Journal of South American Earth Sciences

FAQ: How can I reset a forgotten password?

[https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/26452/supporthub/publishing/](https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/26452/supporthub/publishing/)

For further assistance, please visit our customer service site: <https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/publishing/>

Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about Editorial Manager via interactive tutorials. You can also talk 24/7 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, then you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated Scientific Managing Editor, a tool assisted recommendation, or a combination. For more details see the journal guide for authors.

At Elsevier, we want to help all our authors to stay safe when publishing. Please be aware of fraudulent messages requesting money in return for the publication of your paper. If you are publishing open access with Elsevier, bear in mind that we will never request payment before the paper has been accepted. We have prepared some guidelines (<https://www.elsevier.com/connect/authors-update/seven-top-tips-on-stopping-apc-scams>) that you may find helpful, including a short video on identifying fake acceptance letters (<https://www.youtube.com/watch?v=q54Bt03X3E>). Please remember that you can contact Elsevier's Researcher Support team (<https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/publishing/>) at any time if you have questions about your manuscript, and you can log into Editorial Manager to check the status of your manuscript ([https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/29155/c/10530/supporthub/publishing/keyword/status/](https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/29155/c/10530/supporthub/publishing/keyword/status/)) #AAU\_SAMES#

To ensure this email reaches the intended recipient, please do not delete the above code.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Remove my information/details). Please contact the publication office if you have any questions.

## Qualitative assessment of the geoheritage of the northern coast of the state of Pernambuco, Northeast Brazil

I.R.P. Arruda<sup>a,b,\*</sup>, G. Mariano<sup>a,b</sup>, T.O. Guimarães<sup>c</sup>, D. G. S. Listo<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGEOC), Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

<sup>b</sup>Grupo de Pesquisa em Geodiversidade de Pernambuco – UFPE.

<sup>c</sup>Departamento de Geografia, Universidade de Pernambuco, Rodovia BR 203, Km 2 s/n 15 - Vila Eduardo, 56328-900, Petrolina - PE, Brasil.

<sup>d</sup>Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO), Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

\*Corresponding author: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br)

Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGEOC), Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

*E-mail addresses and ORCID:* [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br), ORCID: 0000-0003-2621-5993 (I.R.P. Arruda), [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br), ORCID: 0000-0002-7861-0947 (G. Mariano), [thais.guimaraes@ufpe.br](mailto:thais.guimaraes@ufpe.br), ORCID: 0000-0002-2907-3209 (T.O. Guimarães), [danielle.listo@ufpe.br](mailto:danielle.listo@ufpe.br), ORCID: 0000-0002-9391-1211 (D.G.S. Listo).

**Abstract.** The Northern Coast of the state of Pernambuco, northeast Brazil, is home to numerous outcrops with excellent value in terms of geodiversity that records of Earth's geologic history. Most of these outcrops are composed of sedimentary rocks intrinsically related to the Paraíba Sedimentary Basin (PSB), specifically the Olinda sub-basin. The study area has 5,997.78 km<sup>2</sup> and, is limited by the dextral transcurrent Pernambuco shear zone, to the south, and the transcurrent Goiana fault, to the north. In this work, a qualitative evaluation was performed based on methodologies applied, in Brazil and worldwide. In short, the great relevance of the area was assured based on scientific, tourist, cultural, and educational points of view, associated with recommendations for the public sector, suggesting actions aiming to conserve this geoheritage and geologic patrimony. This research, led to the proposition of 14 sites of geodiversity interest. It is noteworthy that this work sets precedents for a follow-up quantitative research linked to the elaboration of a diagnosis about the relevance and vulnerability of these areas of geodiversity interest based on geoconservation, geotourism and geoeducation strategies.

**Keywords:** Paraíba Basin; Geodiversity; Geological Heritage.

## 1. Introduction

The geological and geomorphological aspects, associated and controlled by other abiotic elements, resulting from endogenous and exogenous natural processes are understood as Geodiversity and underlie the entire geoheritage (Veiga, 2002; Gray 2004, Brilha, 2005; 2016).

The rocks keep a geological memory that can be used to interpret and understand the Earth's evolutionary history showing the records related to events that occurred in different Geological Eras. Therefore, outcrops need to be identified, analyzed, inventoried, and only then can they be measured based on geoconservation, geotourism, and geoeducation for further presentation to the public, decision makers and local communities.

In the literature, geoconservation emerges as the need to conserve and manage geological/geomorphological heritage, and associated natural processes (Cendero-Eceda, 2000; Sharples, 2002; Henriques et al., 2011; Carcavilla, 2011; Carcavilla Urqui, 2012; Henriques; Pena dos Reis, 2015). Strategies aiming for the development of sustainable tourism emerge with scientific (geotourism) (Hose, 2000; Newsome; Dowling, 2006; Ruchkys, 2007), educational, environmental and ecological (geoeducation) frameworks (Drandaki, 2000; Moura-Fé, et al., 2016).

According to Borba (2011), the word geoheritage is the set of geosites and sites of the diversity of a given geoenvironment. Therefore, for a place to be considered a geosite, it must be subjected to evaluation and inventory strategies. According to Brilha (2005), such procedures are divided into inventory, quantification, classification, conservation, dissemination, and monitoring.

The methods proposed by Gray (2004), Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010), and García Cortés et al. (2014), have already been applied, in the State

of Pernambuco, northeast Brazil, in different contexts, namely: Santos (2016) in the Agreste region of Pernambuco and Guimarães (2016) in the Southern Coast of Pernambuco.

To characterize geoenvironments it is essential to use an inventory that favors the identification of places that are at risk, that present tourist and educational potential in addition to promoting scientific knowledge. The inventory may be qualitative and/or quantitative. It is important to be aware of the generalities and specificities of the study area.

This work presents, a qualitative, exploratory, and descriptive study carried out with the objective of cataloging, mapping, inventorying, and classifying areas with superlative values on the Northern Coast of the State of Pernambuco, using the Paraíba Sedimentary Basin (PSB) as a geographic/geological marker, specifically the Olinda Sub-basin. Still in the discussion, there is a brief dialogue on the scientific, educational, tourist, and cultural relevance, and risk of degradation of these environments based on the application of cataloging sheets.

The qualitative inventory presented here is made up of 14 Sites of Geological Interest (SGI) that have or present scientific relevance as their main basis (Fuertes-Gutiérrez, Fernández-Martínez, 2010; Cortés, Carcavilla, 2013). In the study area, there are environments of geodiversity interest with very significant records of Earth's geological history, educational, cultural and tourist values, which, integrated into a strategic geoconservation plan, can significantly contribute to the planning, management, economic, and sustainable development of the local community.

## 2. Materials and methods

During the first stage of this work, a vast systematic bibliographical review of various methodologies applied to the inventory of geoheritage in Brazil and in some European countries was carried out, which made possible the definition of the work methodologies that were applied to the reality of the Northern Coast of the state of Pernambuco. (Uceda, 2000; Gray, 2004; Brilha, 2005; Pena Reis and Henriques, 2009; García Cortés, 2009; Lima, Brilha, Salamuni, 2010; Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez, 2010; Pereira, 2010; Borba, et al., 2013; García Cortés et al., 2014; Borba, Sell, 2018; Rapanos; Nanni, 2021; Silva; Aquino, 2022; Martins, 2023).

All natural outcrops, road cuts on paved highways, quarries, and active and/or abandoned mines, as well as strategic points to act as viewpoints, were considered as potential SGI (Fuertes-Gutiérrez, Fernández-Martínez, 2010; Cortés, Carcavilla, 2013). In this context, some of the areas inventoried here were identified and selected based on previous work carried out by Barbosa et al. (1996; 2003; 2004; 2005; 2006); Morais (2005); Lima Filho et al. (2005); Alemida (2007); Topan (2018) and Arruda et al. (2024).

The second stage consisted of fieldwork that took place in 2022, 2023, and 2024, in addition to filling out cataloging sheets from the European Association for the Conservation of Geological Heritage and the Geological Mining Institute of Spain and adapted forms by Santos (2016) and Guimarães (2016). It is reinforced that prior knowledge of the geology of the region corroborated to the selection of methodologies for creating the geoheritage inventory.

A priori, some actions proposed by García-Cortés et al. (2014), were adopted focused on defining the objective, the scale of analysis, understanding the area and filling out cataloging forms. The objective was to create a database with all pertinent information on the SGI to be inventoried. Still related to field explorations, interpretations of abiotic

aspects (geological, geomorphological, etc.) were made, in addition to the selection and descriptive analysis of areas of interest, based on cartographic data and photographic records.

The third stage was focused on defining these geoenvironments. Thus, the methodology that classifies SGI (frameworks) was adopted. Therefore, the categories were divided based on the lithology of the area. Namely, some of the SGI are in the stratigraphic composition of the Paraíba Sedimentary Basin – Olinda Sub-basin, and the others are in the Quaternary Units (beach sandstones – beachrocks, sandbanks, crusts, and islets).

Regarding the typology of these geoenvironmental sites, based on size, shape and arrangement of the object, the method proposed by Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010) was used. They make the following definitions: 1) points: sites with small dimensions and unique characteristics; 2) sections: have linear characteristics, generally composed of homogeneous and well-defined outcrops; 3) viewpoints, which include two different elements: a large area of geodiversity interest with subsidies that have become landscape observatories; 4) area: large sites, which may include more than one type of geological-geomorphological interest and others; and 5) complex area: areas of geodiversity interest with large dimensions, composed of several points, sections, areas and/or viewpoints. The criteria adopted to apply this method are intrinsically linked to field observations, considering the distribution and dynamics of the geodiversity elements.

Another qualitative analysis that was applied to geosites was based on Gray (2004) who proposes a set of values attributed to geodiversity, namely: intrinsic, cultural, aesthetic, economic, functional, and scientific/educational value, obtaining four types of responses: None, Low, Medium or High. During the creation of the inventory, the

selection of these geoenvironments was made based on criteria of scientific, educational, tourist, and cultural relevance, and risk of degradation. It is important that the community, in general, acquire knowledge about the abiotic elements presented. This fact reinforces the importance of more research in addition to this one, subsided by studies and application of quantitative methods aiming to promote the area under study.

### *2.1 Study area*

Geographically, the study area is located on the North Coast of the state of Pernambuco (NCPE), represented by the municipalities of Goiana, Itapissuma, Itamaracá Island, Abreu e Lima, Igarassu and Paulista (Figure 1). The NCPE municipalities comprise a total area of approximately 5,997.78 km<sup>2</sup>, with an estimated population of 686,728 inhabitants (IBGE, 2021).



**Fig. 1** A- Location map of the North Coast of Pernambuco; B, C and D – Signs available on BR-101 (section belonging to the municipality of Abreu e Lima), the main federal highway that connects the north coast to the state capital.

Leaving the city of Recife, the main access route is by the state highway PE-001 (Marco Zero) with destination in the city of Paulista (access to several tourist attractions and the geosites inventoried here). Another way to access the NCPE is via BR-101 (Figure 1 – B, C, and D), heading towards north to the city of João Pessoa. Regionally, the most famous beaches are Ponta de Pedras and Barra de Catuama in Goiana, Praia do Forte Orange and Pilar on Itamaracá Island, and Pontal de Maria Farinha in Paulista. Only

Igarassu and Abreu e Lima do not have a coastal strip. The areas stand out for sun and beach tourism, historic forts, popular culture, and the expansion of commerce.

Economically, NCPE stands out in primary and secondary areas. The hub focused on providing tertiary services is growing. Sun and beach tourism in the region was very significant in the last two decades. However, it was largely lost with the expansion and mass dissemination of tourism on the Southern Coast of the State.

## *2.2 Local geodiversity notes*

Geologically, the study area is inserted in the Paraíba Sedimentary Basin (PSB), specifically in the portion between the Mamanguape structural high, north of the city of João Pessoa, and the Pernambuco shear zone, to the south, close to the city of Recife (Lima Filho, 1998; Lima Filho et al. 2005, 2006; Barbosa et al 2004, 2005, 2007; Barbosa, 2008; Barbosa et al., 2003; Topan, 2018). The crystalline basement of the region is of Precambrian age, belonging to the Province of Borborema, inserted in its Transversal Domain, corresponding to the region limited by the dextral transcurrent shear zones of Patos (north) and East Pernambuco (south). PSB's structural evolution originated from rifting between the South American and African continents. This first major tectonic event reactivated the NE-SW and E-W trending shear zones between the Early Jurassic and Early Cretaceous during the early breakup of Pangea (Castro et al. 2008; Matos, 1992, 1999, 2000; Rossetti et al. 2011; Nóbrega et al. 2005).

The Paraíba Basin was deposited over supracrustal basement, granite, and orthogneiss rocks, from the Paleoproterozoic to the Neoproterozoic (Rand, 1967; 1976; 1978; Mabesoone; Alheiros, 1988, 1993; Santos, 1996; 2000; Morais, 2005). The basement of the Rio Capibaribe Terrain (RCT) (Figure 2 - A) is represented by

Paleoproterozoic orthogneisses dated at 1.97 to 2.12Ga (Brito Neves et al., 2004), and by Taquaritinga orthogneiss, Mesoproterozoic, aged 1.5 Ga (Jardim de Sá, 2003; 2004).

To understand its sedimentary arrangements and environmental dynamics, PSB was divided into three sub-basins: Olinda, Alhandra and Miriri (Lima Filho, 1998; Lima Filho; Souza, 2001; Lima Filho et al., 2005; 2006; Barbosa et al., 2003, 2004; Topan, 2018).

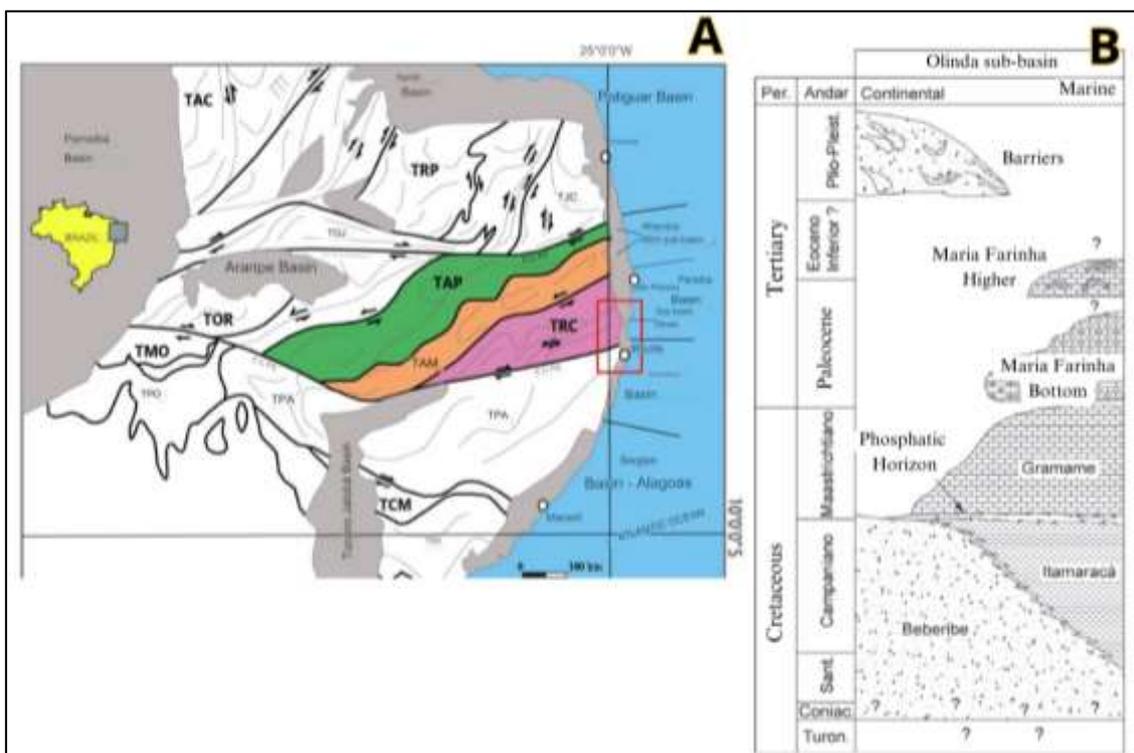
Olinda Sub-basin, is located between the transcurrent dextral East Pernambuco shear zone and the Goiana fault (PE), the study area of this research (Figure 02 - A).

Alhandra sub-basin confined by the Goiana and Itabaiana faults (PB).

Miriri sub-basin limited between the Itabaiana and Miriri faults (PB) (Figure 3). This subdivision is associated with the tectonic actions that occurred in the compartments resulting from many geological processes since the separation of the continents (Barbosa, 2004; Topan, 2018).

The Phanerozoic sedimentation of the study area was summarized by Barbosa et al. (2003) and Barbosa (2004), proposing the following Formations (Figure 02 - B): The Beberibe Formation (1), composed of sandstones of fluvial to fluvio-lacustrine origin of Santonian age. The sandstones of this formation show a grain size varying from medium to coarse and some conglomeratic levels (Figure 2); The Itamaracá Formation (2) corresponds to the deposition of sediments from transitional (marine) environments of Campanian age.

The same occurs with the Beberibe Formation (3), which is made up of shales, creamy or grayish calciferous sandstones, with medium to coarse grain, indistinct stratification and abundant marine mollusk molds, and phosphate levels at the top. Gramame Formation (4) is the first marine carbonate unit, probably deposited from the Neocampanian, and continuing during the Maastrichtian. It lies on the Itamaracá Formation and is represented by the well-developed alternation of calcilutite-marl cycles.



**Fig. 2** Location of the Paraíba Basin. A- Schematic figure of the location of the Pernambuco Basin, Paraíba Basin, Potiguar Basin, and the Proterozoic and Phanerozoic shear zones that affect the basin, as well as their limits. The Borborema Province is divided into the following areas: AT: Acaraú Terrane, RPT: Rio Piranhas Terrane, GJT: Granjeiro Terrane, JCT: São José do Campestre Terrane, PAT: Pernambuco-Alagoas Terrane, ORT: Ouricuri-Trindade Terrane, CMT: Canindé - Marancó Terrane, MOT: Monte Orebe Terrane, POT: Riacho do Pontal Terrane, APT: Alto Pajeú Terrane, RCT: Rio Capibaribe Terrane, AMT: Alto Moxotó Terrane, ZCPE: Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste (East Pernambuco Shear Zone EPSZ) e ZCPT: Zona de Cisalhamento Patos (patos Shear Zone PSZ). The red rectangle indicates the study area. B- Delimitation and characterization of the Olinda Sub-basin proposed by Barbosa (2004). Source: A- Adapted from Topan (2018); B- Modified from Barbosa (2004; 2005).

The Maria Farinha Formation (5), with an estimated Paleocene age, reaching up to the Eocene, is composed of two stratigraphic facies: a lower one, composed of detrital limestones of coastal origin, and an upper portion, marked by the alternation of pure detrital limestones, limestones clays, marlies, and clays. One of the facies is sedimentologically very similar to the Gramame Formation, and the other shows features

from reefs to high-energy lagoons with colonies of algae, corals, and drilling and encrusting mollusks. What differs from one another is precisely the large number of fossils in a stable environment and the other typical of an unstable environment.

Finally, the deposition of the Barreiras Formation (6), which is associated with Pliocene events of a climatic and/or tectonic nature that allowed during the Pliocene the formation of sandy-clayey sediments, poorly consolidated, with distinct facies of alluvial fans, river channels and floodplains covering many environments and also some marginal basins (Mabesoone; Alheiros, 1988; 1993; 1998; Souza, 1999; Santos, 2000; Almeida, 2000; 2007; Lima Filho, Souza, 2001; Barbosa et al., 2003; Barbosa, 2004).

Some deposits suggest Marine regression during Quaternary Period. They are deposited on the coastlines and/or land-sea interface on the PSB, categorized as beach sandstones (beachrocks), forming natural pools in some areas. Geomorphologically, the area is formed by broad and smooth hills, plateaus, dissected plateaus, fluvial-lacustrine plains, fluvial-marine plains, and coastal plains.

Regarding paleontological resources, the study area has excellent fossiliferous potential, with several quarries and limestone outcrops belonging basically to the Gramame Formation, rich fossils from the Mesozoic and Cenozoic eras (Oliveira, 2007). Pedologically, the area has a mosaic with large patches of Fluvic Neosols, Quartzarene Neosols, Gleisols, Yellow Oxisols, Spodosols, Yellow Argisols, Red Argisols, Red-Yellow Argisols, and mangrove soils (Embrapa, 2001; 2006).

The vegetation cover in the area is typical of the Atlantic Forest biome. In some areas, we have typical undergrowth of grasses, sedges, and mangrove environments. Anthropogenic action greatly interferes in some of these environments due to the sugarcane plantations. In terms of water resources, the NCPE is inserted in the domains of the Goiana River Hydrographic Basin, in the domains of the Group of Basins of Small

Coastal Rivers, and in the interstitial, karstic-fissural and fissural hydrogeological domains (SGB-CPRM, 2001).

Regarding climatic conditions, precipitation, and wind patterns are intrinsically connected to sea surface temperature conditions in the Tropical Atlantic, and in the Equatorial Pacific, by the South Atlantic Subtropical High system. However, the sum of these with the Convective Systems of Mesoscale, easterly waves, cold fronts, and Instability Lines are responsible for strong surface winds and storms. According to Koppen's climate classification, the region has a rainy tropical climate type As' with hot and humid characteristics. The rains are concentrated between the months of March to August and average temperatures of 24°C to 26°C (Koppen; Geiger, 1928; Koppen, 1936).

### **3. Results**

Based on scientific literature, field expeditions, filling out cataloging forms, and application of qualitative methods, we arrived at an inventory of 14 Sites of Geological Interest (SGI), located at four municipalities on the North Coast of Pernambuco. They are: Goiana, Ilha de Itamaracá, Igarassu and Paulista, Table 01 shows their names and geographic locations, followed by detailed description:

**Table 01.** Geographic location of SGI on the North Coast of Pernambuco. The municipality with the most areas of interest was Itamaracá Island (seven), followed by the municipalities of Goiana (four), Paulista (two) and Igarassu (one).

<i>Nº</i>	<b>SGI</b>	<b>City</b>	<b>Geographic coordinates</b>
<i>G1</i>	Pedras do Pontaç	Goiana	-7.616659, -34.808825
<i>G2</i>	Ponta do Funil	Goiana	-7.684095, -34.836203
<i>G3</i>	Ponta de Pedras	Goiana	-7.629479, -34.808652
<i>G4</i>	Mina de Itapessoca	Goiana	-7.617463, -34.857585
<i>G5</i>	Piscinas Naturais de Itamaracá	Itamaracá Island	-7.814150, -34.820238
<i>G6</i>	Pedras de São Paulo	Itamaracá Island	-7.799721, -34.837255
<i>G7</i>	Pedras de Jaguaribe	Itamaracá Island	-7.724926, -34.827092
<i>G8</i>	Pedra dos Holandeses	Itamaracá Island	-7.810506, -34.859921
<i>G9</i>	Falésia da Ilha	Itamaracá Island	-7.780517, -34.837155
<i>G10</i>	Pedras do Forno de Cal	Itamaracá Island	-7.787725, -34.836190
<i>G11</i>	Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz	Itamaracá Island	-7.778543, -34.887793
<i>G12</i>	Coroa do Avião	Igarassu	-7.817788, -34.834981
<i>G13</i>	Mina Poty	Paulista	-7.882418, -34.845747
<i>G14</i>	Pedras de Paulista	Paulista	-7.885776, -34.815062

*G1*– Pedras do Pontal – Located on Pontal beach in Goiana, in the northernmost portion, with approximately 0.4km<sup>2</sup> in area. This SGI is characterized by outcrops of clay limestone from the Superior Maria Farinha Formation (Paraíba Basin) (Figure 3 – A, B, and E). Barbosa (2005) suggests that these limestones represent the installation of a shallow sea tract from Danian age onwards, when the regressive sea stabilized and became shallow, with lagoon characteristics and coastal reefs, located approximately in the coastal strips. Geological and geomorphological processes can be observed at the site. Sandbanks form during periods of low tide (known by the local community as Caminho de Moises) (Figure 3 – F). Near the areas of outcropping rock, it is observed small lakes and a large paleocliff (active) typical of the Barreiras Formation with preserved vegetation at its top (Figure 3 – D). At the base of this slope, there are some traces of the Maria Farinha Formation (Figure 3 – E). The area has a historical monument that symbolizes the extreme easternmost point of the State of Pernambuco (Figure 3 – C).

According to the cataloging form, this SGI has significant scientific relevance (exhibition of rocks), educational attractions (field classes), favorable scenic beauty (tourism), and a high risk of degradation of abiotic and historical elements.



**Fig. 3** Display of the natural and anthropic elements of G1 – SGI Pedras do Pontal. A, B – Distribution of outcrop along the coastline at low tide; C- Listed historical monument that represents the most extreme point (East) of the State of Pernambuco and also the second in the Americas bathed by the Atlantic Ocean; D –Paleofalesias typical of the Barreiras Formation with active geomorphological processes; E- Reworked outcrops of the Barreiras Formation; F- Formation of small lagoons that are widely used by tourism. Typical vegetation of the Atlantic Forest on the paleofalesias. Source: Authors (2024).

G2- Pontal do Funil - Located on Barra de Catuama beach (city of Goiana) it is one of the NCPE postal cards. The area has a large outcrop of the Paraíba Sedimentary Basin (PSB) – Olinda Sub-basin with approximately 0.3km<sup>2</sup> in area (Figure 4 – A, B and C). This SGI shows the entire stratigraphic section of the PSB as proposed by Barbosa (2004).

The Gramame Formation occurs at the base and was identified as an SGI, which forms natural pools in some parts, the Maria Farinha Formation (traces) and in some places the Barreiras Formation (Figure 4 – E and F).

This SGI is marked by geological, geomorphological structures (formation of large, well-known sandbanks – whalebone – Figure 4 - D) and action of anthropic factors (use and occupation of slopes and disposal of solid waste). It is one of the most significant geosites, showing scientific, educational, tourist, and cultural relevance, and risk of degradation due to human action.



**Fig. 4** Display of the elements present in G2 – SGI Pontal do Funil. A, B- Presence of rock blocks that disintegrated from the slope due to weathering processes; C- Outcrop of the Gramame Formation towards the sea. Tourists use it as a natural pool area at low tide; D- Formation of large sandbanks in front of the SGI. In the region, this phenomenon is known as Croa da Baleia and is frequently visited by tourists; E, F- Staircase gives access to the outcrop. During the low tide period it is possible to identify all stratigraphic units of the PSB. Source: Authors (2024).

G3- Ponta de Pedras – Located in the central portion of Ponta de Pedras Beach – Goiana/PE with approximately 0.5km<sup>2</sup> in area. Beachrocks occur parallel to the coastline in the intertidal zone, presenting an elongated and pointed shape, narrowly composed of medium-grain sandstones cemented by calcium carbonate (Figure 5 – C). These sandstones are known in regional toponymy as "pointed stones", giving their name to the beach and other commercial establishments (Figure 5 – A and B). During periods of tidal surge, they form natural pools, banks and sand paths, and become a tourist attraction. The area has great relevance in terms of education, culture, and high risk of degradation as it does not have, to date, conservation measures (people tend to use it inappropriately without knowledge of geoconservation).



**Fig. 5** Beach Sandstones – SGI Ponta de Pedras. A, B - View of the beach sandstones of the main square of Ponta de Pedras; C- The sandstones have a peculiar point-shaped morphology. Therefore, the large number of rocks on the beach line resulted in the local toponymy. Source: Authors.

G4 – Itapessoca Mine - Belonging to the municipality of Goiana, Itapessoca Island is a private area belonging to the Santos Family with approximately 18km<sup>2</sup> in area (Figure 6 - A, B, C and E). There are active mining points on the island (limestone exploration for the cement industry) and mining points that have been deactivated (Figure 6 - D). The chosen GSI is a deactivated mine (in 2010) further northwest, measuring approximately 3km<sup>2</sup>, with an area filled with water. The cut made in the outcrop allows the observation

of the Gramame Formation. (Figure 6 - F), proposed as residual hills of the old carbonate platform (Barbosa, 2005; Barbosa et al., 2007). As it is a private area, access is restricted, requiring appointments. One of the ways to reach this outcrop (quarry) is by boat trip offered at Praia da Barra de Catuama. Another way to get to the mine is through the Tejucupapo district.



**Fig. 6** Outcrop of the Gramame Formation – SGI Mina de Itapessoca. A- View of Itapessoca Island from the Mirante of the Catuama Restaurant; B- Observation of the Itapessoca Island from the Catuama beach; C- A main bridge that gives access to the island; D- Aerial view of the island; E- Satellite image of the old exploration mine; F- Outcrop of the Gramame Formation in the northernmost portion of the mine. Source: A, B, C, and D – Authors (2024); E – Google Earth; F – Barbosa (2004).

G5 - Natural Pools of Itamaracá - Located on Forte Orange beach, 900m from Fortaleza de Santa Cruz (Forte Orange). During low tide, it forms large natural pools, little appreciated by bathers, occupying an area of 4.9km<sup>2</sup> (Figure 7 – A, B, C, D, and E). In terms of sedimentology, the grain varies from fine to medium, with plane-parallel

stratification with metric thickness and light gray color (Figure 7 – F). The cement is carbonate in nature, marine in origin, formed mainly by calcite. These sandstones (beachrocks) serve as a support base for corals and algae, which are present in permanently submerged reefs, where a rich marine fauna is found. It has great scientific, tourist, and cultural relevance (proximity to Orange Fort and Vila dos Holandeses). The risk of degradation is low as it is an area that is still little publicized/explored, and the educational interest is between low and medium.

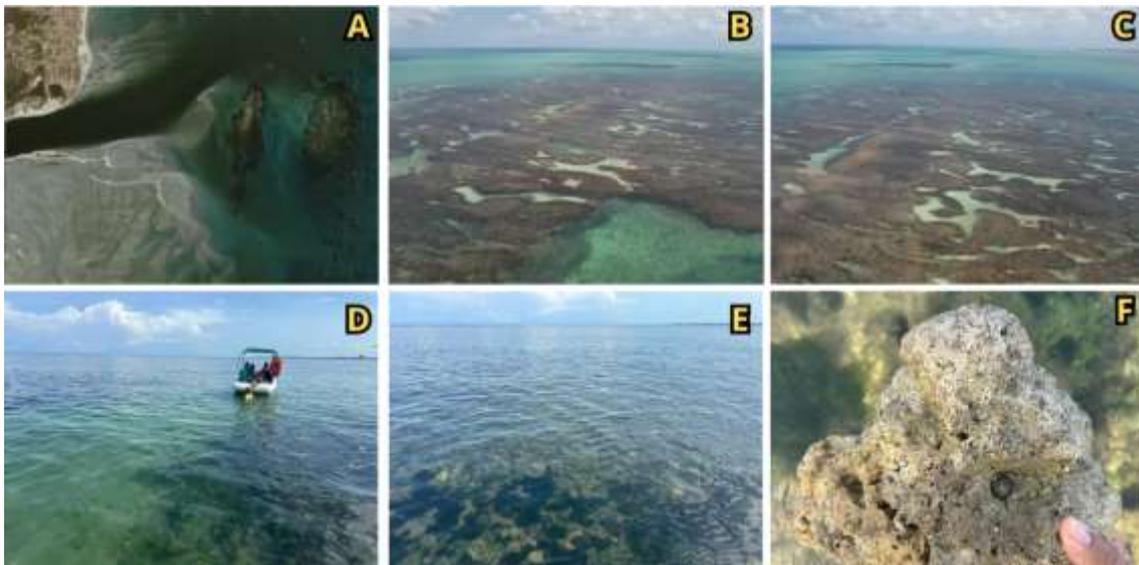


Fig. 7 Beach sandstones on Itamaracá Island. A – Satellite image, to the northwest the Itamaracá Island, to the west we have Coroa do Avião Island and between them the natural pools; B-C – Area view of the beach sandstones that form large natural pools; D – Boat trip that takes you from the island to the pools; E-F View of the corals found in the natural pools. Source: A- Google Earth; B and C- (@ilhadeitamaraca); D, E and F- Authors (2024).

G6 – Pedras de São Paulo - São Paulo Beach is in the Itamaracá island between the beaches of Forte Orange and Pilar. At the GSI, during periods of tidal surge and/or low tide, it is possible to observe linear outcrops of beachrocks sandstones arranged parallel to the coastline (Figure 8 – A, B, and C). They develop discontinuous bands with

a maximum length of around 1 km. There are natural pools, sandbanks, and islets on site. This SGI has great educational, tourist and cultural relevance. The risk of degradation is extremely high because when it is possible to observe these sandstones, the local community installs bathing hammocks (where pools are formed) and tents (drinks and food) to facilitate tourism and local demands.



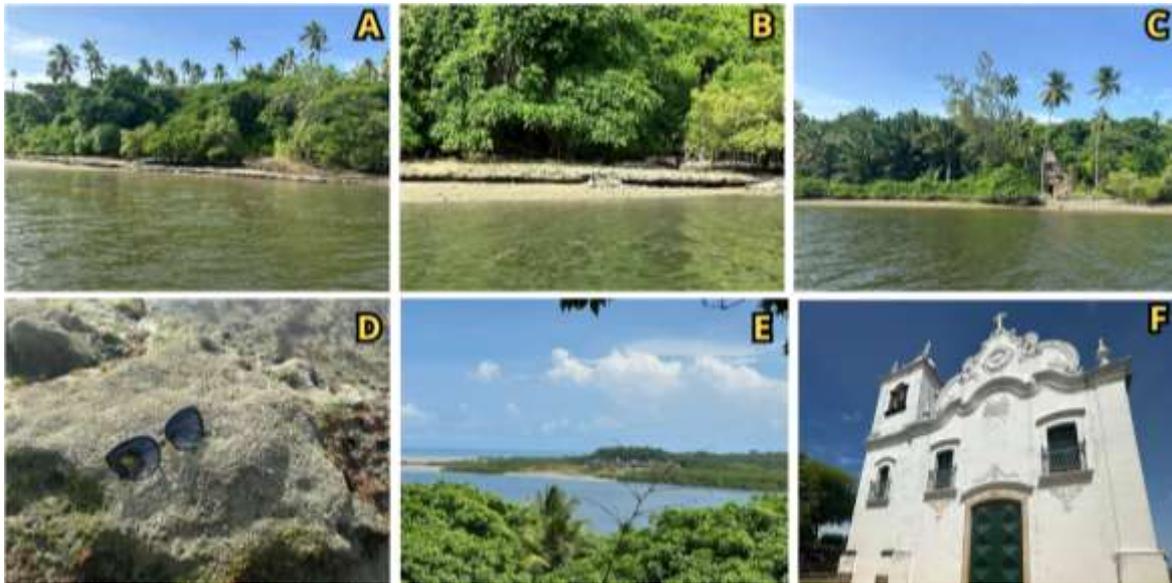
Fig. 8 SGI Pedras São Paulo. A – Satellite image of the study area; B- Area view of the outcrops (Beachrocks) during low tide; C- Close-up view of the pools that form. Source: A- Google Earth; B- @Ilhadeitamaraca; C- Authors (2024).

G7 – Pedras de Jaguaribe – Located in Jaguaribe beach (Pontal), in the northernmost portion of the Itamaracá island with approximately 0.8km<sup>2</sup> in area. The outcrop of clay limestones of the Superior Maria Farinha Formation, shows large amount of mollusk molds, algal and reef bioconstructions, occurring mainly along the beach strips, during periods of low tide. (Barbosa, 2005). (Figure 9 – A, B and C), During these periods, the community enjoys this large "rocky promenade" for economic purposes (setting up tents and fishing). Its scientific relevance is high, educational (high, due to the exposed geoform), touristic, and cultural (medium), and the risk of degradation is quite significant as the local community uses/exploits it without conservation knowledge.



**Fig. 9** SGI Pedras do Jaguaribe. A- Aerial view of the outcrop during a tidal wave period; B, C – Close-up view of the stones. Human use is quite active on weekends with the use of these spaces for setting up beach tents and hammocks. Source: A- @Ilhadeitamaraca; B, C- Authors (2024).

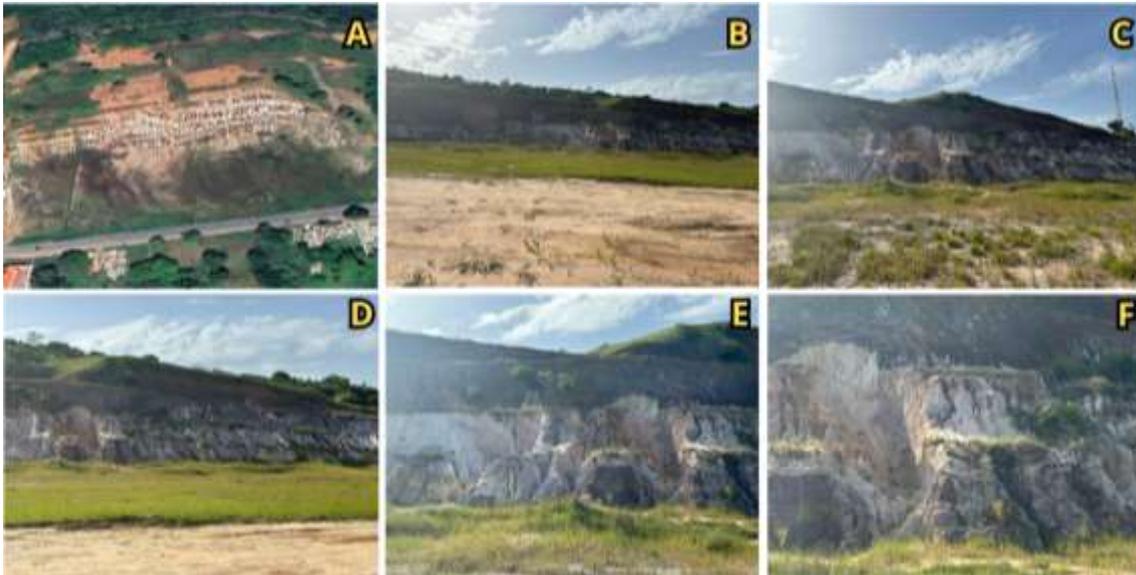
G8 – Pedras dos Holandeses – Outcrops of limestones of the Maria Farinha Formation at the foot of the hills of the Barreiras Formation. The place is known as Vila dos Holandeses, on the Ilha de Itamaracá (Figure 10 – A, B, C and D). The area is frequently visited by tourists due to its historical (Church from the colonization period), ecological (educational trails), and cultural context (Figure 10 – F). The outcrop, with approximately 0.3km<sup>2</sup> in area, are visible at any time and tourists use them as a "couch" for the best photographic records. This SGI has scientific, educational, tourist, and cultural relevance, and a medium risk of degradation by the local community. It also represents a belvedere area where it is possible to observe the Santa Cruz Channel, Praia do Forte Orange, Ilha Coroa do Avião, and the sandbanks (Figure 10 – E).



**Fig. 10** SGI Pedra dos Holandeses. A, B – View of the outcrops at the foot of the slope; B- House of the Dutch. The environment is very popular for tourists. These outcrops serve as support for tourists to take photos and board boats; D- Detailed view of the rock; E- Panoramic view from the belvedere above the House of the Dutch – Vila Velha; F- Church of Nossa Senhora da Conceição is an architectural and historical jewel. Although its construction is commonly attributed to the year 1560, some records point to the possibility of its existence as early as 1526. Thus, the Church of Conceição de Itamaracá would become the oldest in Brazil. Source: Authors (2024).

G9 - Falésia da Ilha – Located in the Itamaracá Island, towards Forte Orange Beach. A road section measuring 1km<sup>2</sup> in area, exposes the Barreiras Formation (Figure 11 – A, B, and C). The slope is approximately 120m to 150m high and is considered inactive. The rocks that form the Barreiras Formation reveal a deposition that occurred between continental, transitional and marine depositional systems. (Maia; Amorim, 2022). At the site, weathering processes are very active building its geomorphology (Figure 11 – D, E, and F). As this is not a very common geoform in the NCPE, tourists take the opportunity to take photo shoots. The local community takes advantage of it for

games (Football and Volleyball) and cultural competitions. The educational, tourist, and cultural points are very significant. The risk of degradation is still considered low.



**Fig. 11** SGI Falésia da Ilha. A – Satellite image to identify the area; B, C and D Observation of the Barrier Formation and active erosion processes. The slope has an average height of 135m.; E, F – Formation of ravines due to weathering processes. The geofoms make this environment widely used for pictures. Source: A – Google Earth; B, C, D, E e F - Authors (2024).

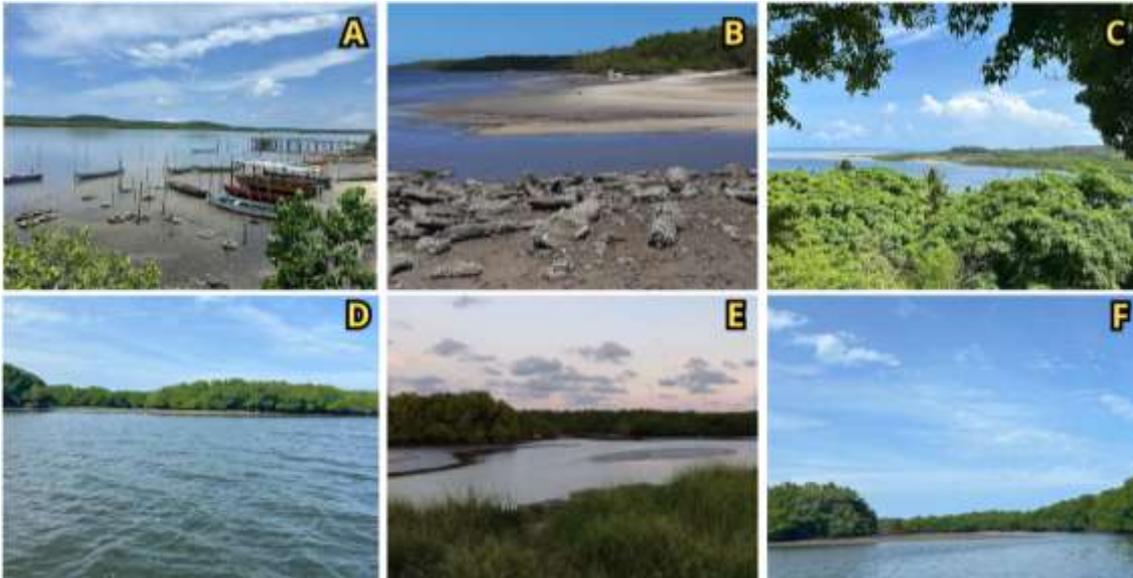
G10 – Pedras do Forno da Cal – These are outcrops (traces) of the Maria Farinha Formation (Barbosa, 2005) distributed over an area of 0.8km<sup>2</sup> and located on Forno da Cal Beach (Figure 12 – A), Itamaracá Island. Weathering processes favor the development of geofoms (Figure 12 – B, C, D, and E). In regional toponymy, some of these forms are called "Pedra Furada" and/or "Pedra do Anel" (Figure 12 – C) and the other form "Pedra do Jacaré" (the best known) (Figure 12 – E) and the most popular is the "Forno da Cal". It is one of the main areas used for tourism in the region. The area has great scientific, educational, tourist, and cultural relevance, and a high risk of degradation.



**Fig. 12** SGI Geoforms at the Pedras do Forno da Cal. A – Area view of the outcrops during low tide; B, C – Geoform known in the region as ring stone; D- Large block popularly known as soapstone; E – Geoform known as Pedra do Jacaré. These outcrops are usually always visible. Source: A – (@ilhadeitamaraca); B, C, D e E - Authors (2024).

G11 - Forms and Meanders of the Santa Cruz Channel - The Santa Cruz Channel is located on the coast of the State of Pernambuco, with an approximate area of 36 km<sup>2</sup>, maximum width of 1.5 km, separating the Itamaracá Island from the mainland (city of Igarassu). This GSI is part of tourist packages sold in the region, mainly on tours and ecological trails (Figure 13). It is possible to travel around the entire island and observe other geosites: Coroa do Avião; Pedras dos Holandeses, Sandstones of Itamaracá in addition to the bars, paths, and river islands that form throughout the channel. It is a very active environment in terms of geomorphological processes, in addition to being well known for its important mangrove areas, a natural nursery for several species of animals and plants. This SGI has vast scientific and tourist relevance and low risk of degradation,

as well as, education and culture (Figure 13 – A to F). Touristic exploration in the channel is not common.



**Fig. 13** SGI Forms and Meanders of the Santa Cruz Channel. A – View of the Itapissuma city channel, before crossing the bridge; B – View of the outcrops on the islets that form in the main channel; C- Image of the Vila Velha Viewpoint showing the mouth of the Santa Cruz Channel; D, E and F – View from the boat to the small islands in the study area with typical mangrove vegetation. Source: Authors (2024).

G12 – Coroa do Avião – Belonging to the municipality of Igarassu, it is an islet (sand bank), with a total area of 0.9 km<sup>2</sup>, of Quaternary genesis with the presence of banks and sand ridges, connected to the continent during low tide, and with natural pools (Figure 14). It is considered as an important containment barrier for ocean waters when they reach the mouth of the Santa Cruz Channel. This GSI is characterized by sedimentation of river particles when they meet those coming from the Coastal Drift (Lira, 2010). Today, arboreal-shrub vegetation has been established and there has been extensive human interference at the site. Considered one of the main tourist attractions of NCPE. The area

has medium to great scientific relevance. Its strongest aspects are in terms of tourism and culture. The area has a medium risk of degradation.



**Fig. 14** SGI Coroa do Avião Island. A – Satellite image of the island. There you can see the formation of sand banks to the east; B – View of the area of the island with a strong presence of tourism. It is possible to identify a certain number of moored vessels; C- View of the island during high tide periods. It is observed that there are few sandbanks. Source: A – Google Earth Pro; B- Renato Albuquerque; C- Diogo Duarte (2024).

G13 – Mina Poty – Located in the municipality of Paulista, this is an active mining area belonging to the Votorantim Cimentos business group. In literature it is known as "K-Pg Mina Poty Geosite", but in regional toponymy, it is called "Mina Poty" (Figure 15). This GSI marks the end of the Cretaceous (K) and the beginning of the Paleogene (Pg) geological time periods. In 2006, the geological site was accepted and published by the Brazilian Commission of Geological and Paleobiological Sites – SIGEP. The stratigraphic succession in the area is characterized by the Gramame and Maria Farinha Formations.

Near the K-Pg boundary, a series of peculiar features (records left by the impact of a meteor responsible for the mass extinction of life on Earth) mark evidence of a troubled transition between geological periods. The area has great scientific, educational,

tourist, and cultural relevance, and a low risk of degradation (there are already conservation proposals from the private sector). It should be noted that this SGI already has infrastructure, and information signs prepared in partnership with the Public Ministry-Votorantim company and the Federal University of Pernambuco. It should be noted that this environment has a peculiarity that makes it quite special: it is one of the few places on the planet where the K-Pg contact is exposed.



**Fig. 15** Mina Poty Geosite. A – Satellite image of Mina Poty; B – Outcrop at the entrance to the Gramame, Maria Farinha, and Barreiras Formations Mine; C and D – Exhibition of the old mining area where highly relevant fossils were found; E – Contact area between the Gramame Formation and Maria Farinha Formation. Between the layers, the presence of iridium was identified; F- Three-dimensional block diagram created at the geosite. Source: A- Google Earth; B to E- Emmanuel Neto; F-Diagram in 3D – Ivaneide (2024).

G14 – Pedras de Paulista – These are beach sandstones varying from very fine to coarse grain, light to dark gray in color, cemented by Ca-carbonates (Beachrocks) located in the municipality of Paulista, specifically along the beaches of Janga, Pau Amarelo, Conceição, and Maria Farinha. In regional toponymy they are called "Pedras de Paulista".

It is an area of 5.5km<sup>2</sup> forming large natural pools (at low tide) and many sandbanks. These beachrocks form important environments for the development of marine fauna and flora. The area has great scientific, educational, tourist, and cultural relevance, and a low risk of degradation.



**Fig. 16** SGI Pedras de Paulista. A, B, and C – Area view of the sandstones and natural pools that form in the region. D – Detailed image of the ponds present in the study environment; E- Presence of vessels for tourism and fishing; F- Historic roughness of Nossa Senhora dos Prazeres do Pau Amarelo Fort. From this monument, it is possible to see the entire line of sandstones that appear during low tide. Source: A, B and C - Diogo Duarte (2024); D, E and F - Authors (2024).

#### 4. Discussions

A database was created for the 14 Areas considered as Sites of Geological Interest, by filling out the forms adapted and used by Guimarães (2016) for the reality of the South Coast of Pernambuco. The forms were filled out based on four values: scientific, public use (didactic and tourist), vulnerability to risk/degradation, and cultural (symbolic). Based on these data and bibliographic search, two models of qualitative proposals were selected, added to field records, complementing each other, aiming to reduce the subjectivity of the analyses.

#### 4.1 Typology of Sites of geological Interest (SGI)

The typology proposed by Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010) presents a classification based on the size of the SGI and the complexity of abiotic elements and values (cultural, social, historical) added to them. According to the analysis, of the 14 SGI inventoried, four of them were classified as "point" (G3; G5; G7, and G9). Two of them, due to their linearity and the fact that are outcrops with reduced areas, were classified as "sections" (G1 and G10). The SGI that fit into this typology is associated with the outcrops (traces?) of the Maria Farinha Formation of the Paraíba Sedimentary Basin. Only one SGI was classified as a "viewpoint" (G8) since it shows geological interest and a point that makes it possible to observe other places of geodiversity interest.

The SGI included in the "area" category (G2; G4 and G13) are larger than those included in the "point" category due to the diversity of elements present and can be as large as the "complex areas", although they do not present lithological or geomorphological diversity processes of the latter. The remaining SGI were classified as "complex areas" (G06; G11; G12 and G14), according to their size and diversity of elements (Table 02). The complex areas have different lithologies, diverse geomorphology, as well as continuous and visible geological processes, mainly in the SGI formed by rivers (G11) which are under constant influence of the tides and subject to consequent changes in the landscape.

#### 4.2 Attribution of geodiversity values

The qualitative analysis as proposed by Gray (2004) was used in the study area considering its reality and specifications. The intrinsic, cultural, economic, functional, scientific, and educational values of each selected point were analyzed. It is reinforced that the parameters used in the questionnaire were based on the reality of the region and its specificities, for example, the scientific value in available scientific publications (Santos, 2016); the economic according to sun and beach tourism (since all geoenvironments are intrinsically linked to the Atlantic Ocean); the cultural on the historical context and popular knowledge. The intrinsic, aesthetic, and functional values were determined by a compilation of indices such as publications, field observations, and opinions of visitors to the area (Guimarães, et al., 2017).

When analyzing the results in a table it is possible to observe that all SGI received the "High" value in the intrinsic aspect (Table 02). Therefore, we must value the importance of the area and its genesis. For Santos (2016), the intrinsic is the most subjective of all parameters, directly linked to the importance of the environment (the simple fact that it exists). It is noteworthy that the PSB is a significant marker of Earth's geologic history: the separation of the continents and the consequent formation of the Atlantic Ocean.

The Cultural parameter is associated with social, historical, archaeological, sociocultural and/or religious elements. For example, we have the Itamaracá Sandstones, which received the "High" value in this topic, as the region is home to the Orange Fort (made of limestone extracted from nearby) which was structured at the southern entrance of the Santa Cruz Channel, a place where Portuguese colonization began in the Northeast of Brazil in 1516. This historic roughness was built in 1631 to prevent the invasion of the Dutch who were in search of the riches promoted by the commercial activity of sugar cane.

The SGI Pedras de Paulista was classified as "High" value, considering that it also has a fort, Fort of Our Lady of Prazeres do Pau Amarelo, that symbolizes the history of the region during the colonization period. On the other hand, Falésia da Ilha received the value "Low", as it does not have any of the elements suggested above, even though it is close to the GSI's located on the Itamaracá Island.

In terms of aesthetics, linked to landscapes and scenic beauty, we have Mina Poty which received a "Medium" value, since in the area we only have the mining area and exposure of stratigraphic units in the mining cuts (Even though it is an area of importance for the geological history of the Planet – an environment that houses evidence of the extinction of the dinosaurs).

Falésia da Ilha also received the "Medium" value which may be due to the anthropic use of the GSI, associated with active geomorphological (weathering and erosion) processes. The place is a favorite setting for photoshoots for weddings, 15th birthday parties, and local clothing stores.

Regarding the economic aspect, the SGI Pedras do Pontal and Falésia da Ilha received a "Low" value. This may be linked to low tourist demand as these are areas that are little sought after and, explored in the region. Even though they are routes from other environments presented here that obtained higher values. In these environments, there are also no stalls offering food and/or accessories.

The SGI linked to beach sandstones/Beachrocks (G5, G6, and G14) received the "Medium" classification, as these are areas that have been explored by tourism in the region, only in recent years. For the other sites that received the "High" value, tourism is consolidated, however, conservation practices are not presented nor discussed/executed. In the functional aspect (utilitarian character for man, in situ or not) all SGI received the value of "High".

In terms of the Scientific/Educational aspect (ability to illustrate processes), all SGI could have received a "high" value since they have an evolutionary history in line with the landscape. However, when published scientific data was considered, seven of the GSI received the "average" value. It is expected that this reality will change in the coming years and more research can be developed at NCPE based on geoconservation, geotourism and geoeducation strategies.

**Table 02** Result of the applications of qualitative methodologies to Sites of geological Interest (SGI).

<i>N°</i>	<b>SGI</b>	<i>Frameworks</i>	<i>Typology</i>	<b>Geodiversity Values</b>					
				<i>Intrinsic</i>	<i>Cultural</i>	<i>Aesthetic</i>	<i>Economic</i>	<i>Functional</i>	<i>Scientific/ Educational</i>
<b>G1</b>	<i>Pedras do Pontal</i>	Quaternary Units	Section	High	High	High	Low	High	Average
<b>G2</b>	<i>Pontal do Funil</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Area	High	Average	High	High	High	High
<b>G3</b>	<i>Ponta de Pedras</i>	Quaternary Units	Point	High	High	High	High	High	Average
<b>G4</b>	<i>Itapessoca Mine</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Area	High	Average	High	High	High	Average
<b>G5</b>	<i>Natural Pools of Itamaracá</i>	Quaternary Units	Complex Area	High	High	High	Average	High	High
<b>G6</b>	<i>Pedras de São Paulo</i>	Quaternary Units	Point	High	High	High	Average	High	Average
<b>G7</b>	<i>Pedras de Jaguaribe</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Point	High	Average	High	High	High	Average
<b>G8</b>	<i>Pedras dos Holandeses</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Point	High	High	High	High	High	High
<b>G9</b>	<i>Fálesia da Ilha</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Point	High	Low	Average	Low	High	Average
<b>G10</b>	<i>Pedras do Forno da Cal</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Section	High	Average	High	High	High	High
<b>G11</b>	<i>Forms and Meanders of the Santa Cruz Canal</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Complex Area	High	Average	High	High	High	High
<b>G12</b>	<i>Coroa do Avião</i>	Quaternary Units	Complex Area	High	High	High	High	High	Average
<b>G13</b>	<i>Mina Poty</i>	Paraíba Sedimentary Basin	Area	High	Average	Average	High	High	High
<b>G14</b>	<i>Pedras de Paulista</i>	Quaternary Units	Área Complexa	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto

## 5. Conclusions

The work of inventorying a geoheritage cannot be considered completed and/or definitive. It is known that with each visit and/or fieldwork, more information may emerge, resulting in new insertions into the region's inventory. It is also known that through natural and anthropogenic processes one of these GSI, with a certain fragility and/or vulnerability, may cease to exist. Therefore, the need to guarantee and conserve these elements for future generations is reinforced.

The importance of this study is highlighted as a starting point and pioneering support of utmost importance for the next stage of actions to be carried out in this territory. The application of appropriate quantitative methodologies for the creation of a ranking of priorities, using the methodologies proposed by Garcia-Cortés & Urquí (2009), Brilha (2016) and associated with the support of Geosit, will contribute significantly to the development of strategies concerned with geoconservation, geotourism of this great geoheritage, popularization of geosciences in addition to the definition of these environments in geosites and /or geodiversity sites.

Of the 14 areas of geodiversity interest presented, two (G2; G13) stand out for having international scientific importance. They are testimonies of the geological history of planet Earth. In terms of education, they are all extremely important for field classes at the Basic and Higher Education levels. In many places, it is possible to identify very significant geomorphological, pedological, hydrographic, and paleontological processes. It is also possible to mention that all municipalities have a cultural identity linked to the colonization process. Most of the ruins and monuments found were built based on rocks from the Paraíba Sedimentary Basin.

Regarding the methodological proposal used based on qualitative analyses, it was possible to measure the SGI with greater and lesser expressions of scientific and historical educational relevance, as well as those that are already included in the tourist pool that exists in the region and the risks of degradation. The data demonstrate the importance of the area, and its scientific relevance at an international level since the geological records of a large part of the inventoried environments are directly related to the current configuration of the continents. Finally, it is suggested that more research be carried out and public administration take a closer look at the conservation and management of the SGI proposed here, applying geotourism and geoconservation for sustainable development.

### **Acknowledgments**

The authors would like to thank the Federal University of Pernambuco, the Department of Geology, the Postgraduate Program in Geosciences, the Pernambuco Geodiversity Research Group – UFPE and UPE, the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes) for the scholarship doctorate to the first author, and to the other collaborators with the photos.

### **Declaration of competing interest**

We have no conflicts of interest to disclose.

### **Declaration of generative AI in scientific writing**

We have not used generative AI in scientific writing.

### **Declaration of author contributions**

Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda: Conceptualization; Methodology; Formal analysis;

Investigation; Writing - original draft. Gorki Mariano: Conceptualization; Methodology; Formal analysis; Investigation; Writing - original draft; Supervision; Funding acquisition. Thaís de Oliveira Guimarães: Conceptualization; Methodology; Data Curation; Formal analysis; Investigation; Writing - original draft; Visualization. Danielle Gomes da Silva Listo: Methodology; Formal analysis; Investigation; Writing - original draft.

## References

- Almeida, J. C. A., 2007. Icnofósseis de macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior Paleógeno), nordeste do Brasil. 2007. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- 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.
- Arruda, I. R. P. D.; Mariano, G.; Guimarães, T. O., 2024. Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 17(1), 709–731. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p709-731>.
- Barbosa, J.A., Lima Filho, M., Neumann, V.H., Neto, J.C.J., Araújo, J.A.A., 2008. Potencial exploratório das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. In: RIO OIL & GAS CONFERENCE, Rio de Janeiro, 2008. Boletim de Trabalhos Técnicos, p. 1-8.

- Barbosa, J.A., 2007. A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos. Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco Tese de Doutorado, 114p.
- Barbosa, J.A.; Viana, M.S.S.; Neumann, V.H., 2006. Paleoambientes e icnofácies da seqüência carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo-Paleogeno), Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 36: 73-90.
- Barbosa, J.A.; Kellner, A.W.A. & Viana, M.S., 2005. Preliminary information on a crocodyliformes from the Paleocene of the Paraíba basin, NE Brazil. II Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, Museu Nacional/UFRJ-RJ, *Boletim de Resumos*, 46-47.
- Barbosa, J.A., 2004. Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno – Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 230p.
- Barbosa, J. A.; Souza, E. M.; Lima Filho, M. F.; Neumann, V. H. A., 2003. Estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma reconstituição. *Estudos Geológicos, Universidade Federal de Pernambuco*. 13: 89-108.
- Barbosa, J.A.; Viana, M.S.S. & Neumann, V.H., 1996. Paleoambientes e icnofácies da seqüência carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo e Paleógeno), NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(3) 73-90.
- Borba, A. W.; Souza, L. F.; Mizusaki, A. M. P.; Almeida, D. D. P. M.; Stumpf, P. P., 2013. Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, 40(3), 275-294.
- 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. *Pesquisa em Geociências*, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3 – 7.
- Borba, A. W. Sell, J. C., 2018. Uma reflexão crítica sobre os conceitos e práticas da geoconservação. *Geographia Meridionalis*, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 02 – 28.
- Brilha, J., 2005. Património Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 183 p.
- Brilha, J., 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. *Geoheritage*, London, v. 8, n. 2, p. 116-134, jan.
- Brito Neves, B.B., Riccomini, C., Fernandes, T. M. G.; Santanna, L.G., 2004. O sistema Tafrogênico Terciário do saliente oriental nordestino na Paraíba: Um legado Proterozóico, *Revista Brasileira de Geociências*, v.34, p.127-134.
- Carcavilla Urqui, L., 2012. *Geoconservation*. Madri: Los Libros de la Catarata.
- Carcavilla, L; Belmonte, A; Durán, J.J; Hilario, A., 2011. “Geoturismo: concepto y perspectivas em España”. *Ensenanza de las Ciencias de La Tierra*, 19-1, (79-92).
- Castro, D.L., Bezerra, F.H.R., Castelo Branco, R.M.G., 2008. Geophysical evidence of crustal-heterogeneity control of fault growth in the Neocomian Iguatu Basin, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 271–285.
- Cendero Uceda, A., 2000. Patrimonio geológico, diagnóstico, clasificación y valoración. In: Palacio, Jaime. (coord.). *Jornadas sobre patrimonio geológico y desarrollo sostenible*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, pp. 23–37.
- Drandaki, T., 2000. “No conservation without education”. In: BARETTINO, D.; WINBLEDON, W.P; GALLEGO, E. *Geological Heritage: its conservation and management*. Madrid, p. 111-125.
- EMBRAPA., 2001. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco. Mapa de reconhecimento de baixa e média

- intensidade dos solos. Ministério da Agricultura e do abastecimento – MMA – EMBRAPA. Convênio com o Governo do Estado de Pernambuco – Sec. de Agricultura. Folhas: Recife, Sirinhaém e Vitória de Santo Antão. Escala 1:100.000.
- EMBRAPA., 2006. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. – Rio de Janeiro – 286p.
- Fuertes-Gutiérrez, I.; Fernández-Martínez, E., 2010. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. *Geoheritage*, 2: 57-75.
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E., Vegas, J., 2014. Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- García-Cortés, Á.; Urquí, L. Carcavilla, L., 2009. Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Madrid: Instituto Geológico e Minero de España, 64 p.
- Gray, M., 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley and Sons, Chichester, England. 434 p.
- 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.
- Henriques, Mh.; Pena dos Reis, R., 2015. Framing the Palaeontological Heritage Within the Geological Heritage: An Integrative Vision. *Geoheritage*.  
<https://doi.org/10.1007/s12371-0140141-9>.
- Henriques, M.H., Pena dos Reis, R., Brilha, J.B.R. & Mota, T., 2011. Geoconservation

- as na Emerging Geoscience. *Geoheritage*, 3:117–128.
- Hose, T. A., 2000. Geoturismo europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: BARRETINO, D.; WINBLEDON, W. P.; GALLEGO, E. Patrimonio geológico: conservación y gestión. Madrid: ITGE. p. 137-159.
- IBGE., 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa populacional – Pernambuco.
- Jardim De Sá, E. F.; Almeida, C. B.; Cruz, L. R.; Nascimento, M. A. L.; Antunes, A. F.; Silva, F. C. S., 2005. Controle estrutural no alojamento de rochas vulcânicas: exemplos e implicações na Bacia Pernambuco- Paraíba, NE do Brasil. In.: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 10., Curitiba, 2005. Resumos Expandidos. Curitiba, SBG, p. 75-77.
- Jardim De Sá, E. F.; Vasconcelos, P. M. P.; Kohn, B.; Matos, R. M. D.; Nascimento, M. A. L.; Souza, Z. S., 2004. Datações Ar/Ar do Magmatismo Ipojuca e a idade do rifteamento na Sub-bacia de Pernambuco, Nordeste do Brasil. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, Araxá, 2004. Anais, Araxá, SBG, p. 399.
- Jardim De Sá, E. F., 2003. Projeto Avaliação do Potencial Petrolífero da Bacia Pernambuco-Paraíba. ANP/UFRN/FUNPEC/UFRN. (Relatório Interno).
- Koppen, W., 1936. Das geographische system der klimat. *Handbuch der klimatologie*, 46.
- Koppen, W.; Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p.
- Lima, F.F.; Brilha, J.B.R.; Salamuni, E., 2010. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage*, 2: 91-99.
- Lima Filho, M.F.; Barbosa, J.A.; Souza, E.M. 2006. Eventos tectônicos e sedimentares

- nas Bacias de Pernambuco e da Paraíba: implicações no quebraamento do Gondwana e correlação com a Bacia do rio Muni. *Revista de Geociências*, 25 (1): 117-126.
- 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. 1998, 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. 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.
- Martins, V. S., 2023. Método de inventário do patrimônio geológico do estado da Bahia e sua aplicação no Território de Identidade da Chapada Diamantina (Brasil). Tese (Doutorado em Geologia) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, [Braga].
- Matos, R.M.D., 2000. Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. *Atlantic Rifts and Continental Margins*: In: Mohriak, W., Talwani, M. (Eds.), *Geophysical*

- Monograph, 115: 331–354.
- Matos R.M.D., 1999. History of the Northeast Brazilian Rift System: Kinematic implications for the breakup Brazil and West Africa. The oil and gas habitats of the South Atlantic. Geological Society Special Publication, 153: 55-73.
- Matos, R.M.D., 1992. The Northeastern Brazilian rift systems. *Tectonics* 11: 766–791.
- 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.
- Moura-Fé, M. M.; Pinheiro, M. V. A.; Jacó, D. M.; Oliveira, B. A., 2016. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. In: *Educação Ambiental & Biogeografia*. 1 ed. Ituiutaba-SP: Barlavento, v. II, p. 829-842.
- Newsome, D; Dowling, R., 2006. “The scope and nature of geotourism”. In: DOWLING, R e NEWSOME, D. *Geotourism*. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, p.3-25.
- Nóbrega, M.A., Sá, J.M., Bezerra, F.H.R., Hadler Neto, J.C., Iunes, P.J., Guedes, S., Tello Saenz, C.A., Hackspacher, P.C., Lima-Filho, F.P., 2005. The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movement and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. *Radiation Measurements* 39: 627–633.
- Pena Reis R.; Henriques, M. H., 2009. Approaching an Integrated qualification and evaluation system for geological heritage. *Geoheritage*, 1(1):1–10.
- Pereira, R. G. F. A., 2010. *Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil) – Tese de Doutorado*. Braga, Universidade do Minho.
- ProGEO. Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico. Patrimônio geológico português: proposta de classificação, 2002.
- 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.
- 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., 1967. Estudos geofísicos na faixa sedimentar costeira Recife – João Pessoa. Soc. Bras. Geol., Bol., 16(1): 87 – 99.
- Rapanos, E. A.; Nanni, A. S., 2021. Inventário e quantificação de geossítios como subsídio à criação do geoparque Pedras Brancas, Planalto Catarinense, Sul do Brasil. Revista Geociências, v. 40, n. 3, p. 1101 - 1114.  
<https://doi.org/10.5016/geociencias.v40i04.15320>.
- Rossetti, D.F., Bezerra, F.H.R., Góes, A.M., Valeriano, M.M., Andrades-Filho, C.O., Mittani, J.C.R., Tatumi, S.H., Neves, B.B.B., 2011. Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: Landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. Revista Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 300: 191–204.
- Ruchkys, U., 2007. A. “Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero – GEOUSP – espaço e tempo, N°32 MOREIRA, JASMINE; HEVIA, GUILLERMO Minas Gerais: potencial para a criação de um Geopark da UNESCO”. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Tese de Doutorado, 221p.
- 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.

- 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.
- Sharples, C., 2002. Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 81p.
- SGB-CPRM, 1990. Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico da Folha Limoeiro, Texto explicativo organizado por Antonio Guedes Barbosa.
- SGB-CPRM, 2001. Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico de Estado de Pernambuco, Texto explicativo.
- Silva, J. F. A.; Aquino, C. M. S., 2022. Análise do inventário e quantificação de geomorfossítios da Capadócia Piauiense. *PerCursos*. 23, 52, 183–218.  
<https://doi.org/10.5965/1984724623522022183>.
- 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.
- Uceda, A. C., 2000. Patrimonio geológico; diagnóstico, clasificación y valoración. In: *Jornadas sobre Património Geológico y Desarrollo Sostenible*, J.P. Suárez-Valgrande (Coord.), Soria, 22–24 Septiembre 1999, Serie Monografías, Ministerio de Medio Ambiente, España, 23–37.
- Veiga, T., 2002. A geodiversidade do cerrado. Disponível em:  
<<http://www.pequi.org.br/geologia.html>>. Acesso em: 21. fev., 2024.

## CAPÍTULO 06 – ARTIGO: QUANTITATIVE ASSESSMENT OF NORTHERN COASTAL PERNAMBUCO: POPULARIZATION OF THE GEOPATRIMONY OF PERNAMBUCO, NORTHEASTERN BRAZIL

Submetido a Geoheritage – Qualis Capes: A2



ITALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA <italo.arruda@ufpe.br>

### GEOH-D-24-00202 : Submission Confirmation for Quantitative Assessment of Northern Coastal Pernambuco: Popularization of the Geopatrimony of Pernambuco, Northeastern Brazil - [EMID:04a36aa158e7c616]

1 mensagem

Geoheritage Editorial Office <em@editorialmanager.com>  
 Responder a: Geoheritage Editorial Office <jade.santos@springer.com>  
 Para: RODRIGO PAULINO DE ARRUDA <italo.arruda@ufpe.br>

13 de agosto de 2024 às 09:06

Dear ITALO ARRUDA,

Your submission entitled "Quantitative Assessment of Northern Coastal Pernambuco: Popularization of the Geopatrimony of Pernambuco, Northeastern Brazil" has been received by Geoheritage.

The submission id is: GEOH-D-24-00202.  
 Please refer to this number in any future correspondence.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author. The URL is <https://www.editorialmanager.com/geoh/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to our journal.

Kind regards,

Editorial Office  
 Geoheritage

Now that your article will undergo the editorial and peer review process, it is the right time to think about publishing your article as open access. With open access your article will become freely available to anyone worldwide and you will easily comply with open access mandates. Springer's open access offering for this journal is called Open Choice (find more information on [www.springer.com/openchoice](http://www.springer.com/openchoice)). Once your article is accepted, you will be offered the option to publish through open access. So you might want to talk to your institution and funder now to see how payment could be organized, for an overview of available open access funding please go to [www.springer.com/oa/funding](http://www.springer.com/oa/funding). Although for now you don't have to do anything, we would like to let you know about your upcoming options.

This letter contains confidential information, is for your own use, and should not be forwarded to third parties.

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at <https://www.springer.com/production-privacy-policy>. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/geoh/login.asp?s=1>). Please contact the publication office if you have any questions.

**Quantitative Assessment of Northern Coastal Pernambuco: Popularization of the Geopatrimony of Pernambuco, Northeastern Brazil**

I.R.P. Arruda<sup>a,b,\*</sup>, G. Mariano<sup>a,b</sup>, T.O. Guimarães<sup>c</sup>, D. G. S. Listo<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGEOC), Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

<sup>b</sup>Grupo de Pesquisa em Geodiversidade de Pernambuco – UFPE.

<sup>c</sup>Departamento de Geografia, Universidade de Pernambuco, Rodovia BR 203, Km 2 s/n 15 - Vila Eduardo, 56328-900, Petrolina - PE, Brasil.

<sup>d</sup>Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO), Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

\*Corresponding author: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br)

Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGEOC), Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

*E-mail addresses and ORCID:* [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br), ORCID: 0000-0003-2621-5993 (I.R.P. Arruda), [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br), ORCID: 0000-0002-7861-0947 (G. Mariano), [thais.guimaraes@ufpe.br](mailto:thais.guimaraes@ufpe.br), ORCID: 0000-0002-2907-3209 (T.O. Guimarães), [danielle.listo@ufpe.br](mailto:danielle.listo@ufpe.br), ORCID: 0000-0002-9391-1211 (D.G.S. Listo).

**Abstract:** The North Coast of the state of Pernambuco, northeast Brazil, is characterized by a vast diversity of abiotic elements outcropping and constituting distinct environments that belong, for the most part, to the Paraíba Sedimentary Basin. Even with the abundance of these geological, geomorphological and paleontological testimonies that tell the history of past and current exogenous and endogenous processes, it is reinforced that in the literature there is a gap in scientific support related to the importance of geodiversity. Thus, this article carried out a quantitative evaluation of the Pre-defined Geodiversity Places of Interest based on educational, touristic and scientific criteria, in addition to proposing geoconservation strategies. The methodological procedures followed the system of registration and quantification of geosites and geodiversity sites of the Brazilian Geological Service, in addition to methodologies established within the geosciences. Through this evaluation, the importance of regional geoheritage was emphasized by the classification of six geosites and eight sites of geodiversity, most of these sites are considered of national and two of international relevance. It also reinforced the importance of the implementation of conservation strategies aiming that, these and the next generations continue to enjoy these elements of landscape that portray the evolutionary history of the Planet Earth. Additionally the promotion of local heritage, associated with the importance of geoeeducation and the possibility of installing geologically-based tourism, will promote economic sustainability for the Region.

**Keywords:** Paraíba Sedimentary Basin; Geodiversity; Geosites; Pernambucano Coast Line; Quantification.

## 1. Introduction

Geodiversity unfolds in the geographical space through the junction of several abiotic elements (geological, geomorphological, paleontological and others) that, when analyzed by scientific, educational, touristic and cultural contributions, are understood as geoheritage, rich in geosites and geodiversity sites. Many of them constantly need to be analysed, understood, inventoried, qualified, quantified and subject to measures that continuously promote their conservation and/or preservation (Stanley 2000; Gray 2004; Brilha 2005; Borba 2011; Gray 2013, Brilha 2016; Gray 2019; Meira, et al. 2019; Rapanos e Nanni 2021; Martins et al. 2024; Arruda et al. 2024a).

In the literature, these geoenvironments, before being classified by their relevance, are investigated by the use of cataloguing forms and, also, subject to methodological inventory proposals, using qualitative and quantitative approaches aiming at the characterization of these areas. From this perspective, the state of Pernambuco has a range of abiotic elements from north to South and from east to west (from the coast to the hinterland). In the literature, some of these spaces have been cataloged and promoted, however, many still need to be investigated (Guimarães 2013; Guimarães; Mariano; Sá 2013; Santos 2016; Guimarães; Mariano; Sá 2016; Gama; Guimarães; Lyra 2021; Meira; Silva; Nascimento 2024).

Thus, in the particular case of this study, the coastal zone, specifically the North Coast of the state of Pernambuco, has several elements of geodiversity that constantly need monitoring and sustainable management, so that these geological, geomorphological and paleontological testimonies are available to society in a conserved way. In this sense, the study area, specifically the Paraíba Sedimentary Basin, has rocks that testify to a significant portion of the Earth's evolutionary history associated mainly with geological events of great magnitude (e.g. Brasiliano orogenesis precambrian basement; the breakup of Gondwana, separation of the continents and, consequently, the formation of the Atlantic Ocean, southern portion and the development of coastal sedimentary basin; and the extinction of the dinosaurs) and that today are distributed in the region forming landscapes of scenic beauty, tourist, economic, cultural, historical and social attractiveness,

Consequently, the present work is justified by the need to quantify the areas of interest present on the north coast of Pernambuco, which were identified, mapped and qualified by Arruda et al. (2024a). The research, presented here, used as support the quantification model proposed by the Brazilian Geological Survey – Mineral Resources Research Company based on the methodologies of García-Cortés and

Carcavilla-Urqui (2013) and Brilha (2016), in addition to the proposals for geoconservation strategies for these geoenvironments.

To this end, a literature review, research and field survey, overlapped in a Geographic Information Systems (GIS) environment, area delimitation and characterization of geodiversity in the identification of geosites and geodiversity sites were carried out. It is worth emphasizing the importance of studies in geosciences, geography and related areas in promoting the theme of geodiversity, geoconservation, geotourism and geoeducation in order to bring society to formal and non-formal teaching environments the importance of conserving these elements for future generations.

## **2. Materials e Methods**

During the development of this research, a vast bibliographic investigation was carried out through books, articles, academic productions pertinent to the contents of geodiversity (geology, geomorphology, pedology, hydrography and others) and its multiple approaches to the area of study, associated with natural heritage, sustainable tourism and popularization of geosciences. It was based, also, on studies adapted to the new requirements of quantitative evaluations for classifications of a geoheritage, as proposed by Brilha (2016); Guimarães (2016); Rue; Garcia; Del Lama (2017); Moura; Garcia; Shine (2018); Meira; Birth; Silva (2020; 2024) among others.

The fieldwork, the second stage of this research, took place in 2022, 2023 and 2024, with the identification of outcrops with potential for geosites, in addition to filling out adapted forms. The forms proposed by the European Association for the Conservation of the Geological Heritage (ProGEO) (2002) and the Mining Geological Institute of Spain (IGME) were used as a guiding instrument. It is reinforced that Guimarães (2016) compiled all these data and proposed an adapted inventory form, widely used in several national and international studies. It was, also, used in this research.

To identify the Sites of Geological Interest (SGI) of the North Coast of Pernambuco, the work developed by Arruda et al. (2024b) was used as a geological base, associated with literature review, field expeditions, filling out the cataloguing forms and three qualitative evaluation methods, based on Gray (2004); Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010) and García Cortés et al. (2013), thus defining 14 areas (G1 to G14) (Table 1). These research attempt to quantify and promote these environments based on the scientific, educational and tourism criteria of the region. It is reinforced that this work represents a

contribution to the promotion of regional heritage and popularization of geosciences with a focus on geodiversity, geoconservation and geoeducation.

Table 1. Identification of the Sites of Geological Interest (SGI). In the table it is possible to identify the municipality of the site, the geographic coordinates and the type of environment.

<i>Nº</i>	<b>SGI</b>	<b>Município</b>	<b>Geographic Coordinates</b>	<b>Environment</b>
<i>G1</i>	Pedras do Pontal	Goiana	-7.616659, -34.808825	Coast
<i>G2</i>	Ponta do Funil	Goiana	-7.684095, -34.836203	Coast
<i>G3</i>	Ponta de Pedras	Goiana	-7.629479, -34.808652	Coast
<i>G4</i>	Mina de Itapessoca	Goiana	-7.617463, -34.857585	River
<i>G5</i>	Piscinas Naturais de Itamaracá	Ilha de Itamaracá	-7.814150, -34.820238	Sea
<i>G6</i>	Pedras de São Paulo	Ilha de Itamaracá	-7.799721, -34.837255	Coast
<i>G7</i>	Pedras de Jaguaribe	Ilha de Itamaracá	-7.724926, -34.827092	Coast
<i>G8</i>	Pedras dos Holandeses	Ilha de Itamaracá	-7.810506, -34.859921	Coast
<i>G9</i>	Falésia da Ilha	Ilha de Itamaracá	-7.780517, -34.837155	Coast
<i>G10</i>	Pedras do Forno da Cal	Ilha de Itamaracá	-7.787725, -34.836190	Coast
<i>G11</i>	Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz	Ilha de Itamaracá	-7.778543, -34.887793	River
<i>G12</i>	Coroa do Avião	Igarassu	-7.817788, -34.834981	Sea
<i>G13</i>	Mina Poty	Paulista	-7.882418, -34.845747	Coast
<i>G14</i>	Pedras de Paulista	Paulista	-7.885776, -34.815062	Sea

The quantitative evaluation used in this study followed the method of the System of Registration and Quantification of Geosites and Geodiversity Sites – GEOSSIT (Table 2). The methodology, by weighting, uses values as well as the risks to degradation and the priority of protection of each site. The scientific value has 7 defined criteria. The potential for touristic use has 13 criteria and the educational one has 12 criteria. The proposal is an adaptation of the criterias built and suggested by García-Cortés and Carcavilla-Urqui (2013) and Brilha (2016) widely used in the world. In Brazil, the proposal has become popular and has been used to promoted the inventory of several areas with distinct geological contexts and

varied abiotic specificities. The method evaluates the scientific, educational and touristic use values of the places of interest, as opposed to the risk of manipulation and priority of protection (Table 3).

Table 2: Criterias used, weightings and relevance attributed to the scientific value as proposed by GEOSSIT.

	<b>CRITERIAS</b>	<b>WEIGHT</b>
<b>A01</b>	Representativity	30%
<b>A02</b>	Local-Type	20%
<b>A03</b>	Scientific Knowledge	5%
<b>A04</b>	Integrity	15%
<b>A05</b>	Geologic Diversity	5%
<b>A06</b>	Rarity	15%
<b>A07</b>	Limitations of Use	10%
<b>RELEVANCE</b>		Valor (pontos)
<b>SITE OF GEODIVERSITY</b>		<200
<b>GEOSSITE OF NATIONAL RELEVANCE</b>		$200 \leq X < 300$
<b>GEOSSITE OF INTERNATIONAL RELEVANCE</b>		$\geq 300$

Taking into account the sum of the values applied to the scientific aspect, the geoenvironment can be defined as a Site of Geodiversity, Geosite of National Relevance or Geosite of International Relevance (Table 2). The relevance of these groups lies in the attribution of points: those with a value equal to or greater than 200 are considered to be of national importance, while those with values less than 200 points, are considered to be of local relevance (GEOSSIT - Geoss - Home (sgb.gov.br)).

Table 3: Criterias used, weightings and relevance used for the educational and tourist values of the analyzed area.

	<b>CRITERIAS</b>	<b>EDUCATION</b>	<b>TURISTIC</b>
<b>C01</b>	Vulnerability	10%	10%
<b>C02</b>	Acessibility	10%	10%
<b>C03</b>	Limitations of Use	5%	5%
<b>C04</b>	Security	10%	10%
<b>C05</b>	Logistic	5%	5%
<b>C06</b>	Populational Density	5%	5%
<b>C07</b>	Association with other values	5%	5%
<b>C08</b>	Scenic Beauty	5%	5%
<b>C09</b>	Singularity	5%	5%
<b>C10</b>	Observation Conditions	10%	5%

<b>C11</b>	Didactic Potential	20%	-
<b>C12</b>	Geological diversity	10%	-
<b>C13</b>	Potencial para Divulgação	-	10%
<b>C14</b>	Economic Level	-	5%
<b>C15</b>	Proximity to recreational areas	-	5%

Related to Degradation Risk, five criteria are proposed that access the vulnerability of the site of geological interest. For the Protection Priority (PP), the sum of the final value of the Risk of Degradation with the value of Global Interest (GI) is obtained by the sum of the scientific (ISc), didactic (ID) and tourist (It) values/interests divided by three ( $GI = (ISc + Id + It) / 3$ ).

The risk of degradation follows a sum of five criteria (Table 4), resulting in a classification with three levels: low ( $0 \leq a \text{ value} \leq 200$ ), medium ( $200 < a \text{ value} \leq 300$ ) and high ( $300 < a \text{ value} \leq 400$ ). The calculation directed to the priority of protection is obtained by the sum of the final value of the risk of degradation with the value of global interest, obtained by the sum of the scientific, didactic and tourist values, then divided by three.

Table 4: Criterias used, weightings and relevance used for the risk of degradation of the analyzed area.

	<b>CRITERIA</b>	<b>WEIGHT</b>
<b>B01</b>	Deterioration of geological elements	35%
<b>B02</b>	Proximity to areas/activities with the potential to cause degradation	20%
<b>B03</b>	Legal protection	20%
<b>B04</b>	Acessibility	15%
<b>B05</b>	Population density	10%

It should be noted that the priority of protection varies between 0 and 800, divided into four other classes, namely: Long-Term ( $0 \leq \text{Sum} \leq 300$ ); the Medium Term ( $300 < \text{Sum} \leq 550$ ); short-term ( $550 < \text{sum} \leq 750$ ); and Urgent ( $750 < \text{Sum} \leq 380$ ). Quantifying these geosites is essential for effective environmental planning, as it provides a solid scientific basis for conservation, sustainable management and balanced economic development.

It is noteworthy that the quantification of a given environment allows the planning, creation and development of valorization, conservation and dissemination measures. It is known that this quantitative

method has a language that is easy to understand for the managers/directors of the territory, allowing the promotion and conservation of these sites for future generations.

Integrating geosite quantification data into environmental planning provides a more holistic and informed approach to natural resource management. This practice not only helps conserve geodiversity, but also mitigates natural hazards such as landslides and floods by identifying vulnerable areas that require monitoring and intervention. The application of this methodology also fosters environmental education by highlighting the importance of geosites as educational resources. Local communities and tourists can be made aware of the importance of geological preservation, promoting a culture of conservation and respect for the environment.

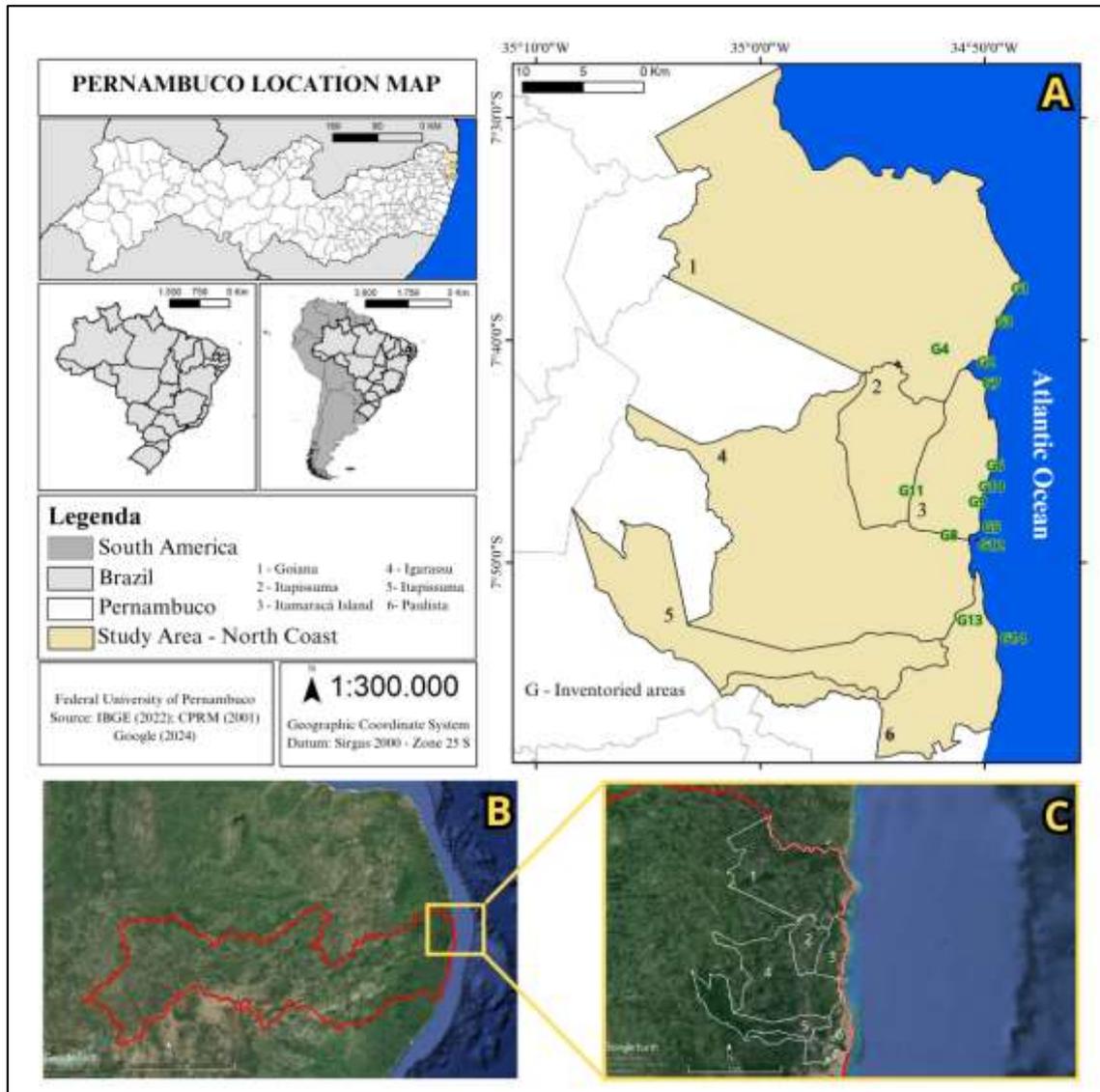
The geoconservation proposals were based on the proposals of Guimarães (2016), Santos (2016) and Meira; Silva; Birth (2023). The first in the reality of the elements of the geodiversity of the South Coast of Pernambuco, the second, for the reality of the outcrops in the Agreste of Pernambuco and the third, for the reality of the Ubajara National Park in the state of Ceará. Based on local knowledge, measures were suggested aiming at the conservation of these elements linked to geoeducation proposals. Finally, a proposal for the valorization of this heritage was presented, using as an example the geosite Ponta do Funil (G2).

### 2.1. *Study Area*

The North Coast of the State of Pernambuco (NCPE) comprises six municipalities, namely: Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Igarassu and Paulista (Figure 1). The main access road is the BR-101 towards north in the direction of the city of João Pessoa, state of Paraíba (Figure 01).

Figure 1: Location map of the study area. A- Location of the inventoried areas; B and C – Satellite image.

Source: A- Prepared by the Authors; B,C – Google Earth Pro.



The beaches with the most intense touristic visitation in the region are: Ponta de Pedras and Barra de Catuama in Goiana, Praia do Forte Orange and Pilar on Itamaracá island, as well as Praia do Janga and Pontal de Maria Farinha in Paulista. These areas stand out for sun and beach tourism (still expanding), the presence of historical roughness (creation of forts, furnaces, sugar cane mills and centennial churches), popular culture (Maracatu), regional gastronomy and strong expansion of commerce.

## 2.2. Characterization of regional geodiversity

In the geological aspect, the study area is inserted in the Paraíba Sedimentary Basin, more specifically the area belonging to the coast of the state of Pernambuco. The basin is bordered to the north of the transcurrent dextral shear zone of Pernambuco East and to the south of the Alto de Mamanguape or Maragogi fault, that represents a splay of the transcurrent dextral Patos shear zone.

The basin was deposited on orthogneisses, supracrustal and granitic rocks, varying in age from the Paleoproterozoic to the Neoproterozoic (Topan 2018). According to the literature, the evolution of the Pernambuco basin is controlled by the rifting between the South American and African continents. This major tectonic event reactivated the NE-SW and E-W trending shear zones between the Early Jurassic and the Eo-Cretaceous during the beginning of the breakup of the supercontinent Gondwana (Nóbrega et al. 2005, Castro; Bezerra; Castelo Branco 2008; Matos 1992; Matos 1999; Matos 2000; Rossetti et al. 2011).

The origin and evolution of the Paraíba Basin are related to the opening of the Atlantic, from the separation of the South American and African continents. This basin is an extension of the Atlantic margin of Brazil that underwent a late evolution, from a process of crustal stretching. Seismic sections show that this basin did not evolve into a rift-type basin (Barbosa; Kellner; Viana 2005).

Rand (1976) noted that, in the Paraíba basin, regional structures show distinct patterns of anomalies in each block, proposing that the lineaments bounding these blocks are probably transcurrent faults/shear zones. This structural behavior led to the development a sequence of sub-basins, with differentiated lithic filling (Mabesoone & Alheiros, 1988; Barbosa et al., 2003). Thus, the Paraíba Sedimentary Basin has its typical genesis of a structural ramp, deeping gently in an easterly direction, presenting failed blocks with a low tailings gradient (Rand 1976; Rand 1978; Mabesoone e Alheiros 1993; Barbosa et al. 2003).

Due to the stratigraphic heterogeneity along the coast, the basin was subdivided into three sub-basins, namely: Olinda, Alhandra and Miriri (Barbosa 2004). Its basement is formed by Precambrian rocks, belonging to the Borborema Province, which are inserted in the so-called Transversal Domain, corresponding to the region limited a north by the Patos and to the south by the Pernambuco shear zones (Santos 1996). The geological units, Phanerozoic sedimentation, that make up the Olinda Sub-Basin (Figure 2) are:

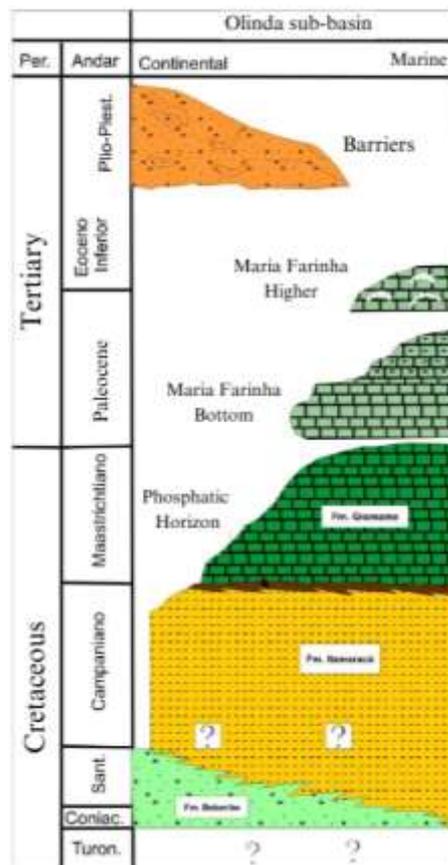
- 1) Beberibe Formation composed of sandstones of fluvial and fluvial-lacustrine origin of Santonian age (Beurlen 1967ab). The sandstones of this Formation show a grain size ranging from medium to coarse and, locally, with conglomeratic levels (Mabesoone e Alheiros 1998; Barbosa et al. 2003; Barbosa

2004; Souza 2006), having been deposited discordantly on the crystalline basement and marked by an intense period of subsidence;

2) Itamaracá Formation, corresponding to the deposition of sediments from transitional environments of Campanian age (Kegel 1955), consists of shales, cream or grayish color, calciferous sandstones, with medium to coarse grain, indistinct stratification and abundant casts of marine molluscs, and phosphate levels at the top;

3) Gramame Formation defined by Oliveira (1940) representing the first marine carbonate unit, probably deposited from the Neo-Campanian, and continuing during the Maastrichtian (Tinoco 1971). This Formation is represented by the well-developed alternation of calcilutite-marl cycles. It is characterized by fossil-rich levels, pyrite-rich calcilutites, and intense group bioturbation caused by *Thalassinoides* in the marls (Schlicht et al. 1999). The depositional environment of this Formation is considered to be shallow marine, of medium to low energy, subject to the action of possible storms and tsunamis (Barbosa 2004; Barbosa; Kellner; Viana 2005; Barbosa; Viana; Neumann 2006). The most significant unit of the study area and widely explored (in the construction of some historical roughness and mining activities).

Figure 2: Stratigraphic chart of the Olinda Sub-basin - Paraíba Sedimentary Basin. Source: Modified from Barbosa et al. (2003).



4) Maria Farinha Formation, defines the upper portion of the basin and occurs with two facies: a lower one, composed of detrital limestones of coastal origin, and an upper portion, marked by the alternation of pure detrital limestones, clayey limestones, marls and clays (Beurlen 1967b; Barbosa 2007). One of the facies, the lower one, is lithologically very similar to the Gramame Formation, and the other, the upper one, shows high-energy reef to lagoon features with colonies of algae, corals and perforating and encrusting mollusks (Almeida 2000). Through petrographic analyses, it was observed that most of the limestones of this Formation are mycrites, often recrystallized in microsparites and, rarely, in sparites, deposited in a marine regression environment (Oliveira 1978).

Deposited on the Pernambuco basin occur the 5) Barreiras Formation, which is associated with Plio-Pleistocene events of climatic and/or tectonic nature that favored, during the Pliocene, the extensive discordant covering of basement surfaces and marginal basins of eastern Brazil, giving rise to a very dynamic relief. This formation consists of sandy-clayey sediments, poorly consolidated, with distinct facies of alluvial fans, fluvial channels and floodplains (Mabesoone & Alheiros, 1988). It was deposited from the erosion of the areas underlying the basin, due to the uplift of the Borborema massif in the Pliocene-Pleistocene (Mabesoone et al. 1993). Finally, occur the deposition of some testimonies, the 6) beach

sandstones, distributed along the entire coast. Dating from the Quaternary period ( $7,310 \pm 60$  years BP and  $5,805 \pm 40$  years BP) (Barreto 2010; Barreto; Polck 2021) and very present on the coast of Pernambuco, these record/indicators of the alternation of sea level in the geological past.

Regarding paleontological findings, the study area has an excellent fossiliferous potential, with a large number of limestone quarries and outcrops belonging basically to the Gramame Formation, ranging in age from the Mesozoic and Cenozoic eras (Oliveira 2007).

The morphostructural arrangements giving rise to the landscape of the area is characterized by fluvial plains, fluvial-lacustrine plains, fluvial-marine plains and coastal plains. Further inland, the associated morphology is typical of broad, gentle hills, dissected tablelands and tablelands. In terms of soil aspects, the area has a mosaic with large patches of Fluvic Neosols, Quartzarenic Neosols, Gleisols, Yellow Latosols, Spodosols, Yellow Ultisols, Red Ultisols, Red-Yellow Ultisols and mangrove soils (Embrapa 2006).

### **3. Results**

The presentations of the Sites of Geological Interest (Table 5) (Figures 3, 4 ,5) were initially described in the work of Arruda et al. (2024, forthcoming). Thus, we will deal in a very specific way (mainly the geological and geomorphological aspects) of each area and later the quantitative evaluation will be discussed, followed by the classification and ranking of each geoenvironment added to the strategies of conservation and enhancement of the heritage.



Table 5: Classification of the 14 selected environments. In the table, the name of the geoenvironment was presented, followed by accessibility and local infrastructure, and finally, a short description.

<i>Nº</i>	<b>SGI</b>	<b>Accessibility and Infraestructure</b>	<b>Short description</b>
<i>G1</i>	Pedras do Pontal	Access by paved road. Close to churches, restaurants, inns and health services.	These are limestone outcrops of the Maria Farinha Superior Formation, distributed in an area of 0.4km <sup>2</sup> . An area with very active geomorphological processes (e.g. rock shapes). Large sandbanks, result in the formation of small lagoons that are widely used by tourism. The physical, weathering and erosive processes allow the formation large paleocliffs with predominant vegetation. In the cultural and historical aspect, the area has a historical marker that recognizes the area as the most extreme (eastern) point of the State of Pernambuco, and the second, in all of America in the Atlantic Ocean.
<i>G2</i>	Ponta do Funil	Access by paved road. Close to churches, the Marina (Boat, Speedboat, Jetsky Rental), snack bars, restaurants, inns, bank branches and health services.	This outcrop presents a stratigraphic section of all the units of the Paraíba Sedimentary Basin – Olinda Sub-basin, with approximately 0.3km <sup>2</sup> of area. It is the only known outcrop, in a public area in the region, that makes it possible to observe all the stratigraphy sequence as proposed by Barbosa (2004), in addition to the great scenic beauty. Area with very active geological and geomorphological processes. At the foot of this outcrop, natural pools are formed and attracting the attention of tourists. At low tide, large sandy cords are formed. The best known is the Whale Crôa, which attracts thousands of tourists throughout the year. Several natural pools are formed. The beach of Barra de Catuama, in addition to being a pplace for the practice of water sports, it is also a tourist attraction of great visitation.

G3	Ponta de Pedras	Access by paved road. Close to churches, inns, bank branches, health services and commerce in general.	Outcrop of beach sandstones distributed in 0.5km <sup>2</sup> of area. They emerge visibly during periods of low tide. The reefs dam the sea waters, forming large natural pools and in periods of sea surf, large strands of sand. They have an elongated and pointed granulation morphology ranging from medium to coarse. In addition, in the natural pools, dozens of colorful fish keep bathers company.
G4	Mina de Itapessoca	Access by dirt road. It does not have adequate infrastructure.	Formerly a limestone mining area, it has now become a point of visitation for tourists due to the scenic beauty promoted by the rocks and the crystalline blue-green color of the water. The outcrops has an area of approximately 18km <sup>2</sup> , exposing only rocks of the Gramame Formation (Barbosa et al. 2005). In the surrounding areas it is possible to see outcrops of the Barreiras Formation with typical vegetation established. These rocks have a historical relationship with the roughness of the region. Regionally speaking, the North Coast had several Limestone furnaces to produce lime.
G5	Piscinas Naturais de Itamaracá	Requires water transportation. Close to churches, forts, the Marina (Rental of boats, motorboats, jetsky), snack bars, restaurants, inns, bank branches, commerce and health services.	These are beach sandstones that form 900m from the coastline of Itamaracá Island. The testimonies, of quaternary age, can be visited at any time. It is more visible in periods of low tide that form large natural pools. They are elongated bars with grain size ranging from fine to coarse, with flat-parallel layering, metric thickness and light gray color. The layers dip around 10° to 15° towards the east. The cement that binds these constituents together is carbonate (marine) in nature, composed predominantly of calcite. The sandstones are composed by quartzose sands with small amounts of mollusk shell fragments, bryozoans, echinoids, and calcareous algae. In this site it

		is possible to see a great biodiversity, basically formed by corals, fish and algae. Nearby, sandbars and islets are formed.
G6	Pedras de São Paulo	Access by paved road. Close to snack bars, inns and some commercial shops.
G7	Pedras de Jaguaribe	Access by paved road. Close to snack bars and a few commercial shops.
G8	Pedras dos Holandeses	Access by paved road and/or water transport. Close to churches, snack bars and some artisan shops.
G9	Falésia da Ilha	Access by paved road. Close to churches, forts, the Marina (Rental of boats, motorboats, jetsky), snack bars, restaurants, inns, commerce in general and health services.
G10	Pedras do Forno da Cal	Access by paved road. Close to churches, forts, snack bars, restaurants, inns, hotels, commerce in general and health services.

		Anel" and "Pedra do Jacaré". Geoforms are commonly explored for photo essays during periods of low tide and full moon.
<i>G11</i>	Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz	Access equires water transportation. It does not have adequate infrastructure.
		The Channel has an approximate area of 36 km <sup>2</sup> , a maximum width of 1.5 km, separating the Island of Itamaracá from the mainland (Igarassu municipality). Along the channel it is possible to observe the formation of bars, paths and river islands. Additionally it is possible the observation of other Sites Geological Interest. It is a very active environment in geomorphological processes, in addition to being well known for its important mangrove areas, natural nursery of several species of animals and plants. It shelters a number of species within its estuary and is responsible for their survival.
<i>G12</i>	Coroa do Avião	Access requires water transportation. Area with several snack bars and beach huts.
		It is an islet, with a total area of 0.9 km <sup>2</sup> , of Quaternary genesis with the presence of banks and strands of sand (which connect the mainland during low tide) and natural pools. The island is considered in the literature as an important barrier to contain oceanic waters when they reach the mouth of the Santa Cruz Channel. The geoenvironment has a predominant grain size in the sand fraction that varies between coarse to very fine sand (depending on the income flow of the river waters and the amount of material coming from the ocean)
<i>G13</i>	Mina Poty	Access by paved road. Close to churches, forts, snack bars, restaurants, inns, hotels and commerce in general.
		Active mining area (private area) where outcrops two units of the Paraíba Sedimentary Basin – Olinda Sub-basin; the Gramame Formation and the Maria Farinha Formation. In some places it is possible to observe fragments of the Barreiras Formation. At the site, the end of the Cretaceous geological period (K) and the beginning of the Paleogene (Pg) marked by the fall of a meteor in the Gulf of Mexico (anomalous presence of Ir is recorded). The impact, which occurred approximately 66 million years ago, caused environmental changes and mass

		<p>extinction episode. Fossils of species of crocodiles and turtles that lived on the coast of northeastern Brazil 62 million years ago have been discovered at the site. The quarry, in addition to being used for the extraction of rock for the manufacture of cement, is, also, widely used for didactic purposes for geology students at UFPE, as well as for scientific excursions in the region.</p>
G14	<p>Pedras de Paulista</p> <p>Access requires water transportation. Close to churches, forts, snack bars, restaurants, inns, hotels, commerce in general and health services.</p>	<p>These are sandstones beachrocks in an outcropping area of 5.5km<sup>2</sup>, forming large natural pools (at low tide) and many sandbanks that sometimes connects the coast to the pools. These linear features can be called reefs, beachrocks, beach sandstone. These rocks are arranged discontinuously in the form of large strands. In this environment, coarse-grained to conglomeratic sandstones occur, stratified, with metric thickness, light gray in color and formed by quartzose sands with small amounts of mollusc shell fragments, bryozoans, echinoids and calcareous algae. The cement is carbonate in nature (marine origin) formed mainly by calcite. The region presents itself as a tourist attraction, mainly, through boat trips (catamaran type) or by weekend visits to the bars on site (which is quite growing).</p>

Figure 3: Presentation of the sites of the North Coast. G1(A-D)- Pedras do Pontal; G2 (A-D)- Ponta do Funil; G3 (A-D)- Ponta de Pedras; G4 (A-D)- Mina de Itapessoca, both belonging to the municipality of Goiana. In Itamaracá, we have the G5 (A-D)- Piscinas naturais de Itamaracá. Source: Authors (2024)

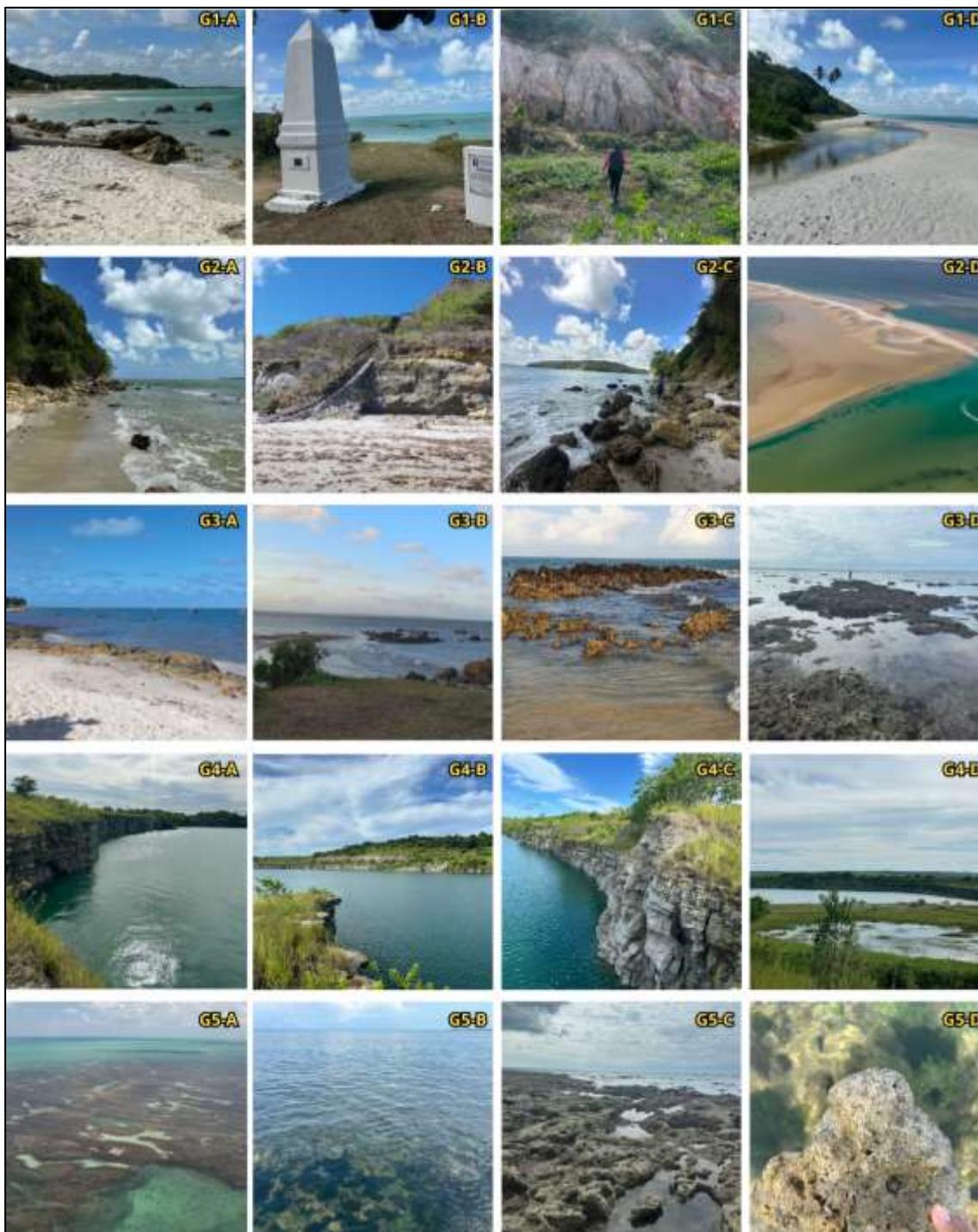


Figura 4: In this composition we have other sites identified in the municipality of Itamaracá. Namely, G6 (A-D)- Pedras de São Paulo; G7 (A-D)- Pedras de Jaguaribe; G8 (A-D)-Pedras dos Holandeses; G9 (A-D)- Falésia da ilha; G10 (A-D)-Pedras do Forno da Cal. Source: Authors (2024).

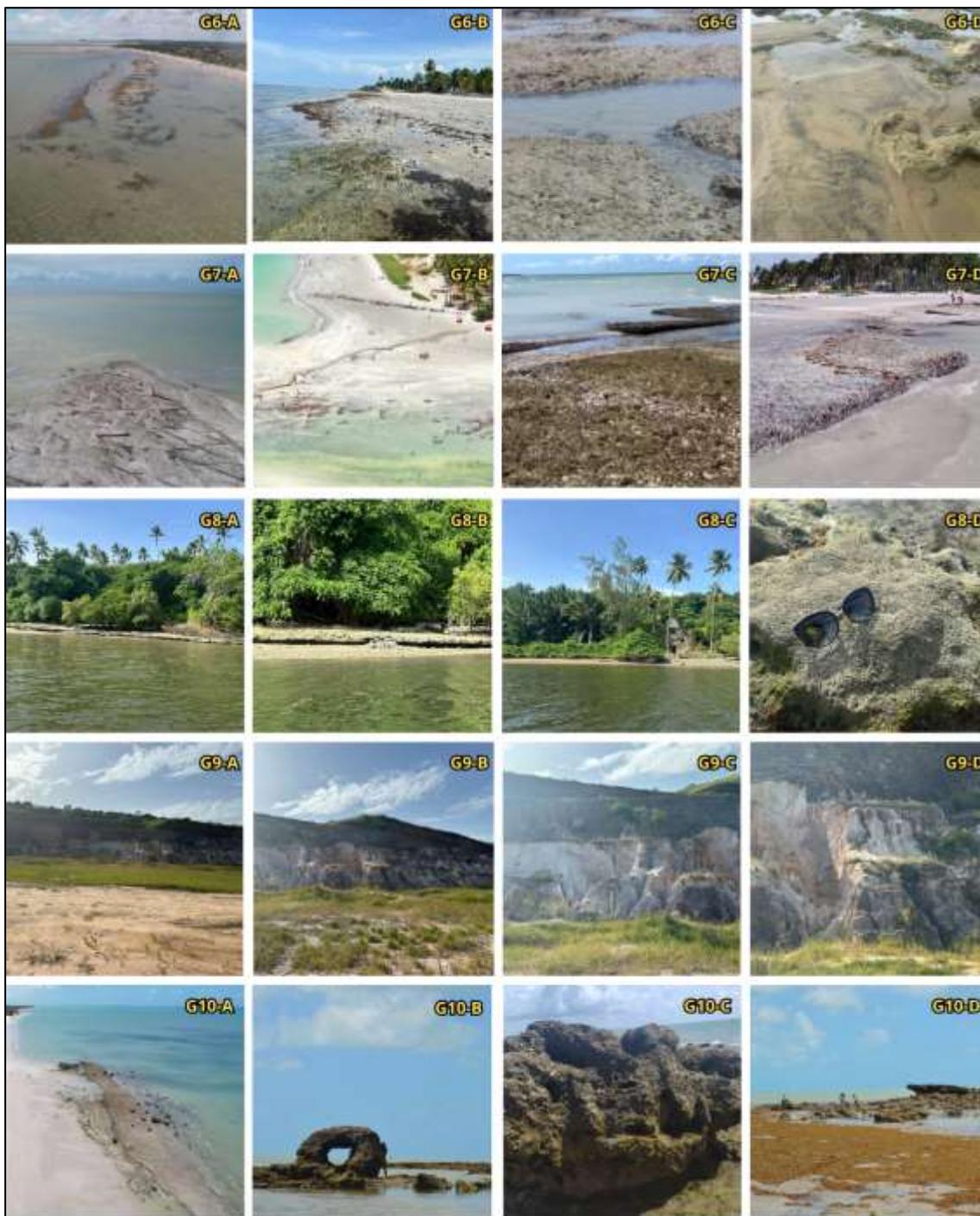
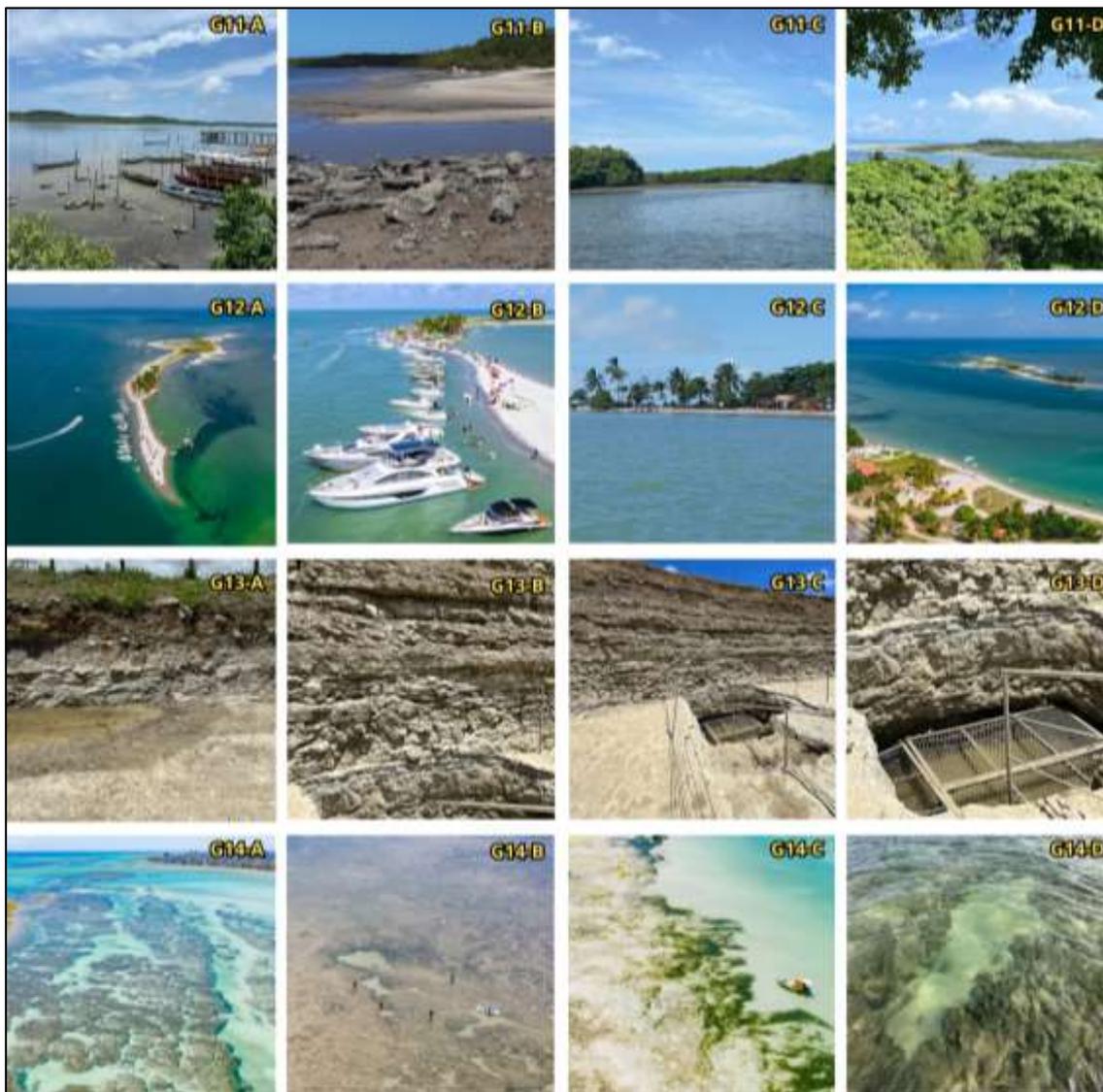


Figure 5: The G11(A-D)-Formas e eandros do Canal de Santa Cruz belonging to Itamaracá. In the municipality of Igarassu we have G12 (A-D)- Coroa do Avião and in the municipality of Paulista we have the G13 (A-D)- Mina Poty is G14( A-D)-Pedras de Paulista. Souce: Authors (2024); G12A,D; 14A,B,C - Flavio Albuquerque (2024); G12B – Diogo Duarte (2024).



#### 4. Discussão

After the qualitative survey of the areas of interest, the data were placed or introduced into the Geossit page, generating the values and rankings that will be discussed below. In the data entry, the following items were taken into account: 1) Identification (attributing the designation, location, identification image and authors); 2) Context (related to geological and paleontological aspects); 3) Geological characterization (specifically focused on the description of the type of rock - sedimentary, igneous and metamorphic, in addition to the deformation of the rocks); 4) Relief features (considering depositional, erosive, geochemical dissolution, geochemical evolution and illustrations); 5) Interests (data, observations and representative images with graphic data); 6) Conservation (linked to conservation units, indirect protection and use and occupation) and finally, 7) Quantification (Scientific value, risk of degradation, potential educational and tourist value, classification and recommendation).

The criteria, already mentioned in the methodological contribution, allowed the classification of these 14 areas into geosites and sites of diversity. A priori, all of them were of great relevance and allow us to elucidate the diversity of Pernambuco's geoheritage.

##### 4.1 Quantitative evaluation of the North Coast of Pernambuco

By means of the quantitative evaluation proposed by GEOSIT, all the inventoried areas obtained scientific, touristic and educational potential. As a classification criterion, the geoenvironments that obtained the classification of "geosite of international relevance" achieved results higher than 300 points in the use values (Tables 2 and 6), promoting the relevance of these abiotic spaces for the development of scientific research, tourist and educational activities related to geoheritage.

The areas that obtained a ranking above 200 points were classified as "geosite of national relevance". These geosites present elements of relevance to the scientific, touristic and educational aspects. The areas that achieved values below 200 points were classified as Geodiversity Sites of national relevance, affirming the importance of the study area. None of the geoenvironments obtained a classification of regional and/or local relevance. It is reinforced that the methodology used prioritizes the scientific value for the classification of geoheritage. For the development of the research, from that moment on, the spaces began to be called by the terminology "geosite and geodiversity site".

Table 6: Values obtained in the quantitative evaluation of the inventoried sites. Quantification made it possible to classify the site as a geosite and/or a geodiversity site, followed by relevance and scientific, educational and tourist values. The method also allows estimating the level of degradation and presenting a ranking of protection priorities. Source: Prepared by the authors (2024).

<i>SGI (Municipality)</i>	<b>Clasification</b>	<b>Relevance</b>	<b>Scientific Value</b>	<b>Educative Value</b>	<b>Turistic Value</b>	<b>Degradation Risk</b>	<b>Priority for Prtotection</b>
1. Pedras do Pontal	Geodiversity Site	National Relevance	175	265 (National Relevance)	220 (National Relevance)	315 (High)	Medium term
2. Ponta do Funil	Geosite	International Relevance	310	295 (National Relevance)	250 (National Relevance)	370 (High)	Short term
3. Ponta de Pedras	Síte of Geodiversity	National Relevance	145	230 (National Relevance)	225 (National Relevance)	335 (High)	Short term
4. Mina de Itapessoca	Geosite	National Relevance	230	285 (National Relevance)	265 (National Relevance)	270 (Medium)	Short term
5. Piscinas Naturais de Itamaracá	Geosite	National Relevance	270	275 (National Relevance)	225 (National Relevance)	335 (High)	Short term
6. Pedras de São Paulo	Síte of Geodiversity	National Relevance	145	295 (National Relevance)	245 (National Relevance)	335 (High)	Short term
7. Pedras de Jaguaribe	Síte of Geodiversity	National Relevance	80	250 (National Relevance)	185 (Regional/local relevance)	300 (Medium)	Short term
8. Pedras dos Holandeses	Síte of Geodiversity	National Relevance	130	275 (National Relevance)	220 (National Relevance)	245 (Medium)	Médium term

9. Falésia da Ilha	Síte of Geodiversity	National Relevance	190	295 (National Relevance)	270 (National Relevance)	335 (High)	Médium term
10. Pedras do Forno da Cal	Síte of Geodiversity	National Relevance	135	305 (National Relevance 1)	295 (National Relevance)	370 (High)	Short term
11. Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz	Geossítio	National Relevance	270	300 (National Relevance)	295 (National Relevance)	335 (High)	Medium term
12. Coroa do Avião	Síte of Geodiversity	National Relevance	175	280 (National Relevance)	245 (National Relevance)	265 (Medium)	Short term
13. Mina Poty	Geossite	International Relevance	320	330 (National Relevance)	320 (National Relevance)	240 (Medium)	Short term
14. Pedras de Paulista	Geossite	National Relevance	240	295 (National Relevance)	265 (National Relevance)	370 (High)	Short term

The Mina Poty and Ponta do Funil geosites stood out in the scientific aspect, with 320 and 310 points, respectively, related to the stratigraphic arrangement of the area (outcrop of all units of the Paraíba Sedimentary Basin – Olinda Sub-basin). Related to genesis and morphology, both geosites stand out. Since they are the only two places in the entire region where it is possible to accurately observe these outcrops, which were testimonies of the separation of the continents and the formation of the Atlantic Ocean.

Concerning education, the Mina Poty geosite leads with 330 points. However, this geosite is not accessible to all audiences. Since it is necessary to request, schedule and authorization for visitation by the company that manages the area, in agreement with UFPE/Department of Geology. Normally, it does not cater to the non-formal public.

The geosite Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz obtained 300 points in the education item. This one, in particular, makes it possible to observe all the other quantified environments through the canal walk. It is available to any audience, whether formal or non-formal education. The local presents scenic beauty and favors the observation and understanding of the abiotic elements. And in third place, in education, there is the geosite Pedras do forno da Cal with 305 points. The area allows the visitor to understand the dynamics of erosive and weathering processes associated with sea level variation and land use dynamics.

In terms of tourism, the Mina Poty geosite leads with 320 points. In second place we have the geosites Pedras do forno da Cal and Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz, which obtained 295 points each. In third place, the Falésia da Ilha Geodiversity Site, which reached 270 points. On this topic, in particular, the ranking establishes accessibility and environmental management as priorities. Since it is important in these spaces to promote the accessibility to tourists.

On the topic of risk of degradation, the geosites Ponta do Funil, Pedras do Forno da Cal and Pedras de Paulista lead with 370 points each. Both places already suffer from disorganized anthropogenic growth and a lack of territorial and environmental planning. Irregular occupations and open sewage discharge can be seen in the area. Regarding the priority of protection, both geosites and geodiversity sites are between medium and short term. Based on the field investigations and the results obtained, geoconservation measures in these areas are necessary and constantly need support from the government. It is known the importance of the conservation of these abiotic elements and of activities that promote, value and publicize the areas. It should be noted that through bibliographic readings, fieldwork, completion of forms, qualitative and quantitative analyses, it is possible to differentiate the values of each geosite and highlight those with a higher set of values, in addition to enabling a comparison between their real needs.

The quantitative evaluation showed similar and necessary potentialities for the valorization of the Pernambuco geoheritage. Despite the highlights, it is noted that geosites and geodiversity sites present a cohesion, therefore, the proposals for valorization must be built together, interconnecting the themes and building a narrative that permeates the common characteristics (geomorphological and geological) of the spaces.

#### 4.2 Proposals for geoconservation for the inventoried Sites of Geological Interest (SGI)

Geoconservation proposals must follow a sequence, guided by: delimitation of the area, identification of geodiversity values, inventory of geological heritage, qualitative and quantitative analyses, creation of a ranking of values, until reaching the proposed phase for geoconservation. From the results obtained with the above-mentioned steps, it was possible to identify the values of each geosite and geodiversity site, as well as their specificities and vulnerabilities.

It is worth mentioning that geoconservation work can be enhanced and developed in several lines, encompassing, for example, education, geotourism, administration, planning and management, valorization, dissemination (popularization of Geosciences and Geocommunication), among others. With the necessary data, it was possible to set up a geoconservation proposal for the North Coast of Pernambuco, with a main focus on activities related to education and geotourism.

The proposals presented were divided into: 1) structural measures: when some physical intervention is needed on the site, such as infrastructure works, placement of signs and panels, demarcation of trails, construction of interpretive centers, museums, among others; 2) non-structural measures: awareness-raising, information and education work, through educational and informative vídeos and booklets, brochures, lectures, training courses, educational activities in formal and non-formal environments (Table 7).

Table 7: Submission of structural and non-structural proposals and measures to geosites and diversity sites.

Measures	Proposals
Estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboration of an information panel in a central area of the area with some simple information about the geological importance of rocks, geotourism and geoconservation;</li> <li>- Creation of ecological trails with signposts and scientific information;</li> <li>- Small signs of the geosite and/or geodiversity site on the main traffic routes;</li> <li>- Creation of an information and/or visitor reception centre – taking advantage of public spaces built (churches, forts);</li> <li>- Architect specific structures in typical viewpoint locations;</li> <li>- Production of geotourism itineraries to be distributed in schools and other public spaces;</li> <li>- Creation of audiovisual materials in the popularization of these areas;</li> <li>- Offer professional courses to registered guides.</li> </ul>

Non-structural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclusion of geosites and geodiversity sites in itineraries, folders and geotourism booklets;</li> <li>- Social work of information and dissemination of information with schools, residents, merchants, agents, tour guides and tourists;</li> <li>- Strengthen the valorization and dissemination of the territory through social networks and/or specific websites aiming at the popularization of geosciences;</li> <li>- Creation of specific pages aimed at popularizing geoheritage;</li> <li>- Promote training in schools aiming at the popularization of the area and sustainable management in the conservation of these elements;</li> <li>- Creation of physical and virtual educational games to be worked on in formal and non-formal teaching environments.</li> <li>- Create a support network for the purposes of inspection and conservation of the heritage.</li> </ul>
----------------	--

It should be noted that geosites and geodiversity sites have distinct characteristics. Thus, each area needs to be thought of independently, always reinforcing and aiming at scientific, educational, tourist, cultural, historical and social criteria. Therefore, the importance of the participation of the government in line with the private investments in the establishment of measures for the conservation of these elements for future generations is reinforced.

#### 4.3 Suggestive model of valorization and conservation

It is of great importance to value the geoheritage of the North Coast of Pernambuco. It allows the proposition and development of various actions related to the dissemination of knowledge, information, presentations and interpretations of geosites and sites of diversity. Tourists and/or visitors need to recognize the value of the geoenvironment (Brilha 2005). Therefore, scientific interpretation and translation is of great value to the most diverse audiences. Understanding needs to be collective and language needs to be effective. Characteristics of Geosciences must be taken into account so that the valuation stage fulfills its objectives (Meira; Silva; Nascimento 2023).

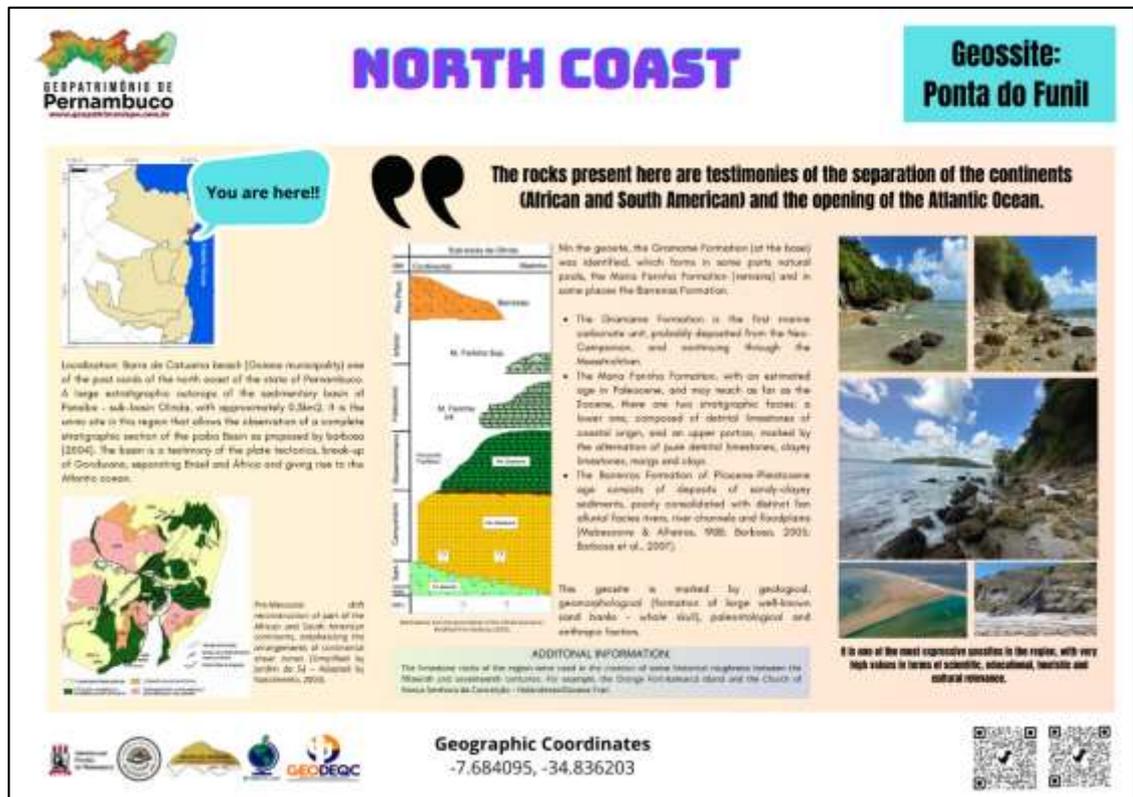
The architectural proposals seek to take advantage of the environmental history present in the areas of interest. In the particular case, the proposal will be given to the Ponta do Funil Geosite, as an example. Since this geosite is able to expose all the stratigraphic units of the Olinda sub-basin and is strategically located in an area with intense tourist visitation. The suggestion proposes the construction of a narrative in favor of the conservation and popularization of geological knowledge in the area as a measure that aims to value and conserve. However, the measures do not seek to solve all the questions that may arise regarding geoheritage, but, in a non-exhaustive way, to arouse the curiosity of visitors by using the educational and aesthetic potentials of these geomorphological features.

The proposal for the enhancement of this geosite is given by the making of an interpretative panel, this choice is given because many of the visitors who access the said geosite do so without licensed guides or any accompaniment. It is recommended that the panel be in the shape of an inclined table, causing less interference in the visualization of the elements of interest. For the base, two materials are suggested: Rocks from the region (clayey limestones), as they present good resistance to intemperism agents. The other material would be wood which, despite not exhibiting the same strength, is durable and affordable. It is proposed to use acrylic or polycarbonate, materials resistant to temperature variations and impact, to reverse the print, making it more durable.

The interpretative panel of the Ponta do Funil Geosite should be placed at the beginning of the access area and deals with the local geology, focusing on the attributes of sedimentary lithology, and the characteristics and processes of the site. Other aspects addressed are based on the need to conserve the area, which does not have effective protection measures. It is importante to point out that this proposal does not follow parameters of the standardization of signage for national parks, being only a suggestion of content to be addressed and type of approach to be employed.

In the panel (Figure 4), it is suggested to treat the following information: a) identification of the region and location; b) geographic location; c) detailing of local geographic aspects; d) Explanation of the genesis of the environment; e) presentation of the stratigraphic units that make up the site; f) curiosities, and g) photographs of the various processes that occur in the region. This proposal is extremely necessary to the principles of conservation and territorial management. It is up to the public and private authorities to work collectively with a view to popularizing scientific knowledge.

Figure 6: Proposed interpretative panel for the Ponta do Funil/Goiana-PE Geosite. It is suggested that it be made mostly of good quality recyclable material to resist erosion processes and that it be installed near the staircase that gives access to the site.



## 5. Final Remarks

The geosites and geodiversity sites presented in this article are propitious sites for the development of strategies related to geoconservation, goetourism and geodiversity linked to the geodiversity approach. They expose processes relevant to the understanding of the geological and geomorphological evolution of the north coast of Pernambuco and planet Earth.

All the places inventoried are used for tourist practices, with a greater or lesser degree of visitation and organization. However, it is necessary that the visits are better organized by the managers of the territory and the tourist trade. All visits should be accompanied by informal educational activities so that the local didactic potential can also be used, but at the same time, these should be adapted in such a way as not to be boring, with long technical explanations not adapted to the general public.

The valuation proposals demonstrate the multiple themes of geosciences that can be addressed in geoenvironments and understand the need to sensitize visitors to the emergence of environmental conservation.

The construction of these strategies demonstrates the need for geoconservation measures to increasingly appropriate elements of the geo-heritage endowed with aesthetic appeal, in addition to a high scientific potential.

The work of inventorying a region cannot be considered complete or definitive, since with each new visit to the field new sites may be discovered, thus fitting a new insertion in the inventory. In the same way that, by natural or even anthropic processes, some geosite, with a high fragility or vulnerability, may cease to exist, thus altering, once again, the inventory.

Despite all the biological and geological diversity observed on the North Coast of Pernambuco, few areas are legally protected. Therefore, it is of paramount importance that the authorities keep a close eye on the conservation and maintenance of these elements for future generations.

The results presented here confirm the scientific relevance of this region and the geodynamic processes that show global influence and scope, since geological records are directly related to the evolution of the configuration of the continents, during the latest 100 Ma. Most of the geosites, in addition to the scientific character, have relevant touristic and cultural potential. They can be explored with projects of popularization of geosciences, aiming to promote the knowledge of Earth Sciences to the general public, contributing to the comprehension of geological and geomorphological features, favoring the economic activities and sustainable development of the region.

## REFERÊNCIAS

- Almeida CE, Marchon-Silva VV, Ribeiro R, Serpa-Filho A, Almeida JR, Costa J (2000) Entomological fauna from Reserva Biológica do Atoll das Rocas, Rio Grande do Norte, RN, Brazil. I. Morphospecies composition: *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, p. 291–298.
- Arruda IRP, Mariano G, Guimarães TO (2024a) Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 17(1), 709–731. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p709-731>
- Arruda KEC, Garcia MGM, Del Lama E (2024) Inventário e avaliação quantitativa do patrimônio geológico do município de Caraguatatuba, São Paulo. **Geociências**, v. 36, n. 3, p. 447-462. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v36i3.11340>.
- Barbosa JÁ (2007) A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos. Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco Tese de Doutorado, 114p.

- Barbosa, JÁ, Viana MSS, Neumann VH (2006) Paleoambientes e icnofácies da seqüência carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo-Paleogeno), Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 36: 73-90.
- Barbosa JÁ, Kellner AWA, Viana MS (2005) Preliminary information on a crocodyliformes from the Paleocene of the Paraíba basin, NE Brazil. II Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, Museu Nacional/UFRJ-RJ, Boletim de Resumos, 46-47.
- Barbosa JÁ (2004) Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno – Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 230p.
- Barbosa JA, Souza EM, Lima Filho MF, Neumann VHA (2003) Estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma reconstituição. *Estudos Geológicos, Universidade Federal de Pernambuco*. 13: 89-108.
- Barreto AMF, Polck, MAR (2021) Fósseis de Pernambuco: Desafios na Busca de Conexões para Integrar Sociedade a seus Acervos. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 44, 38059. [https://doi.org/10.11137/1982-3908\\_2021\\_44\\_38059](https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_38059).
- Barreto AMF, Assis HB, Bezerra FHR, Suguio K (2010) Arrecifes, a calçada do mar de Recife. Importante Registro Holocênico de Nível Relativo do Mar acima do atual. In: WINGE M, Schobbenhaus C, Souza CRG, Fernandes ACS, Berbert-Born M, Sallun (Org.). *SIGEP Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil*, v. III, p. 1-13.
- Beurlen K (1967a) Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletim de Geologia da Universidade Estadual de São Paulo*, 16: 73–79.
- Beurlen K (1967b.) Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 16(1): 43-53.
- Borba AW (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. *Pesquisa em Geociências, Porto Alegre*, v. 38, n. 1, p. 3-13. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.23832>
- Brilha JBR (2016) Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, p. 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Brilha JBR (2005) Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage editora.

- Castro DL, Bezerra FHR, Castelo Branco RMG (2008) Geophysical evidence of crustal-heterogeneity control of fault growth in the Neocomian Iguatu Basin, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 271–285. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2008.07.002>
- Embrapa (2006) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2 edição. Rio de Janeiro; Brasília, 306p.
- Fuertes-Gutiérrez I, Fernández-Martínez E (2010) Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. *Geoheritage*, v. 2, n. 1, p. 57-75. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0012-y>
- Gama ES, Guimarães TO, Lyra LHB (2021) Potencial Geoturístico Das Ilhas Fluviais Do Submédio São Francisco. *Estudos Geológicos* vol. 31(2). Doi: 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v31n2p87-108.
- García-Cortés A, Carcavilla Urquí LC (2013) Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG). Versión 18- 13-2013. Madrid: Instituto geológico y minero de España.
- García-Cortés A, Carcavilla Urquí LC (2009) Documento Metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España,.
- 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>.
- Gray M (2013) *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2 ed. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Gray M (2004) *Geodiversity — Valuing and Conserving Abiotic Nature*. New York: John Wiley and Sons.
- Guimarães TO (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 TO, Mariano G, Sá AA (2016a) Beachrocks of Southern Coastal Zone of the State of Pernambuco (Northeastern Brazil): Geological Resistance with History. *Geoheritage*. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12371-016-0181-4>.
- Guimarães TO (2013) Geoconservação: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFPE. 154 p. Recife/PE – Brasil.
- Guimarães TO, Mariano G, Sá AA (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, província de Neuquén, República Argentina.

Kegel W (1955) Geologia do fosfato de Pernambuco. DNPM, Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia 157, p. 54.

Mabesoone JM, Alheiros MM (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 JM, Alheiros MM (1988). Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. *Rev. Bras. Geoc. São Paulo*. 18(4):476-482.

Matos RMD (2000) Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. *Atlantic Rifts and Continental Margins*: In: Mohriak, W., Talwani, M. (Eds.), *Geophysical Monograph*, 115: 331–354.

Matos RMD (1999) History of the Northeast Brazilian Rift System: Kinematic implications for the breakup Brazil and West Africa. *The oil and gas habitats of the South Atlantic. Geological Society Special Publication*, 153: 55-73.

Matos RMD (1992) The Northeastern Brazilian rift systems. *Tectonics* 11: 766–791.

Meira AS, Nascimento MAL, Silva EV (2024) Inventário e avaliação do geopatrimônio do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 25, n. 97, p. 44–64. <http://dx.doi.org/10.14393/RCG259765555>.

Meira AS, Silva EV, Nascimento MAL (2023) Avaliação do potencial geoturístico do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Boletim de Geografia*, v. 41, p. 213-230, e64718, 28 jun. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v41.a2023.e64718>.

Meira AS, Nascimento MAL, Silva EV (2020) Geoturismo e roteiros turísticos: propostas para o parque nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Geo UERJ, Rio de Janeiro*, n. 36, e39943, p. 1-24. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2020.39943>.

Meira AS et al. (2019) Aportes teóricos e práticos na valorização do geopatrimônio: estudo sobre o projeto Geoparque Seridó. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, n. 20, v. 71, p. 384-403. <https://doi.org/10.14393/RCG207145790>

Morais DMF (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.

- Moura P, Garcia MGM, Brilha J (2018) Identificação de sítios geológicos para gestão prioritária: propostas para a geoconservação no Domínio Ceará Central, Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 252-267. [https://doi.org/10.11137/2018\\_2\\_252\\_267](https://doi.org/10.11137/2018_2_252_267)
- Nóbrega MA, Sá JM, Bezerra FH, et al. (2005) The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movement and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. *Radiation Measurements* 39: 627–633.
- Oliveira DS (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.
- Oliveira MMF (1978) Estudos faciológicos da Formação Maria Farinha. Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 113p.
- Oliveira EP (1940) História e pesquisa do petróleo no Brasil. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Ser. Publ. Agrícola, RJ. 205p. (Boletim Técnico).
- ProGEO (2002) Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico. Patrimônio geológico português: proposta de classificação.
- Rapanos, E. A., Nanni, A. S. Inventário e quantificação de geossítios como subsídio à criação do geoparque Pedras Brancas, Planalto Catarinense, Sul do Brasil. *Revista Geociências*, v. 40, n. 3, p. 1101 - 1114, 2021. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v40i04.15320>.
- Rand HM (1978) Análise gravimétrica e magnetométrica da estrutura superficial da faixa costeira do Nordeste brasileiro. *Anais XXX Cong. Bras. Geol. Recife, PE*. 5: 2336-2346.
- Rand HM (1976) Estudos geofísicos na faixa litorânea ao Sul de Recife. Tese de Livre Docência. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 112 p.
- Rossetti DF, Bezerra FHR, Góes AM et al (2011) Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: Landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. *Revista Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 300: 191–204. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.12.026>.
- Santos EJ (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.
- Santos EM (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.

Serviço Geológico Brasileiro CPRM (2024) Geossit: cadastro de sítios geológicos. Disponível em:

<http://www.cprm.gov.br/geossit>.

Souza EM (2006) Estratigrafia da sequência clástica inferior (andares Coniaciano- Maastrichtiano Inferior)

Bacia da Paraíba, e suas implicações paleogeográficas. Programa de Pós Graduação em Geociências,

Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado, 350p.

Souza MA, et al (2024) Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico em Martins/RN. Revista Contexto

Geográfico. 9, 18 (fev. 2024), 253 – 261. DOI:<https://doi.org/10.28998/contegeo.9i.18.16876>.

Schlicht P, Bengtson P, Hambach U, Krumsiek K, Koutsoukos E (1999) Ciclos de Calcário e Marga do

Maastrichtiano da Bacia Pernambuco-Paraíba (NE Brasil) Evidências de Imposição Orbital?. V Simpósio Sobre o

Cretáceo do Brasil e I Simpósio sobre o Cretáceo da América do Sul. Serra Negra, SP. Boletim de resumos, (1):

121-124.

Stanley M (2000) Geodiversity. Earth Heritage, v. 14, p.15-18.

Tinoco IM (1971) Foraminíferos e a passagem entre o Cretáceo e o Terciário em Pernambuco. Programa de Pós-

Graduação em Geologia, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado 147 p.

Topan JGO (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.

## CAPÍTULO 07 – PROPOSTAS DE PROMOÇÃO DA GEOCONSERVAÇÃO PARA OS GEOSÍTIOS DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO

Submetido ao Boletim de Conjuntura (BOCA)– Qualis Capes: A1



## PROPOSTAS DE PROMOÇÃO COM BASE NA GEOCONSERVAÇÃO PARA OS GEOSSÍTIOS DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO

### PROPOSALS FOR PROMOTION BASED ON GEOCONSERVATION FOR THE GEOSITES OF THE NORTHERN COAST OF PERNAMBUCO

#### RESUMO

As ações de valorização de um geopatrimônio integram as etapas finais das estratégias de conservação, constituindo uma ferramenta essencial para a divulgação e valorização desse bem natural. Diante disso, o presente estudo visa propor estratégias de conservação baseadas na educação ambiental, no turismo sustentável e na popularização das geociências, aplicadas aos geossítios inventariados na zona costeira norte do estado de Pernambuco. A metodologia utilizada na pesquisa consiste de uma revisão do referencial teórico, complementada pela condução de um estudo de caso tendo como base os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. A popularização dos elementos abióticos desempenha um papel fundamental na conscientização da sociedade sobre a importância da geoconservação. Este trabalho destaca a relevância de abordagens educativas e turísticas por meio de propostas viáveis, integrando atividades que abrangem tanto a educação formal quanto a não formal. Com base no conhecimento adquirido, sublinha-se a necessidade de utilizar materiais específicos que abordem a diversidade dos elementos abióticos e a valorização do geopatrimônio, promovendo maior conhecimento e através deste, sensibilização e engajamento da comunidade local.

**Palavras-chave:** Geodiversidade. Geoeducação. Geoturismo. Geopatrimônio pernambucano.

#### ABSTRACT

The actions for the valorization of a geopatrimony are part of the final stages of conservation strategies, constituting an essential tool for the dissemination and appreciation of this natural asset. In this context, the present study aims to propose conservation strategies based on environmental education, sustainable tourism, and the popularization of geosciences, applied to the geosites inventoried in the northern coastal zone of the state of Pernambuco. The methodology used in the research consists of a review of the theoretical framework, complemented by the conduction of a case study based on the Sustainable Development Goals. The popularization of abiotic elements plays a fundamental role in raising societal awareness about the importance of geoconservation. This work highlights the relevance of educational and touristic approaches through viable proposals, integrating activities that encompass both formal and non-formal education. Based on the knowledge acquired, the need to use specific materials addressing the diversity of abiotic elements and the valorization of geopatrimony is emphasized, promoting greater understanding and, through this, the sensitization and engagement of the local community.

**Keywords:** Geodiversity. Geoeducation. Geotourism. Pernambucan Geopatrimony.

## INTRODUÇÃO

O conceito de Geodiversidade, conforme delineado por Sharples em 1993, refere-se à variedade de elementos e sistemas de natureza abiótica. Posteriormente, o autor refinou a definição, compreendendo-a como a diversidade presente nos aspectos geológicos (como rochas), geomorfológicos (relevo) e pedológicos (solos), além dos processos dinâmicos responsáveis por sua formação e evolução (Sharples, 1995; 2002).

Gray (2004) afirma que a geodiversidade permite incluir a diversidade abiótica na conservação, no planejamento e na educação através de diferentes formas, por exemplo: geossítios, patrimônio geológico, geoparques e áreas protegidas. Ressaltam-se os problemas advindos e os cuidados necessários para a atuação antrópica na utilização desses recursos naturais com fins sociais, culturais, turísticos, políticos e econômicos.

Assim, toda a variedade geológica, geomorfológica, pedológica, águas superficiais, bem como outros sistemas, resultantes dos processos naturais endógenos e exógenos são compreendidos como geodiversidade e embasam todo o patrimônio, seja ele geológico, geomorfológico, paleontológico e outros, de um determinado ambiente (Brilha, 2005; Gray, 2008; 2013; Brilha, 2016; Santos, 2016; Guimarães, 2013; 2016; Arruda; Mariano; Guimarães, 2024).

O conceito de geodiversidade, por sua vez, é extenso e versátil, possibilitando múltiplas interpretações e abordagens variadas (Borba, 2011). A geodiversidade é a base que influencia o surgimento e a distribuição de todas as formas de vida no planeta, compondo, juntamente com a biodiversidade, o conceito mais amplo de diversidade natural (Garcia, 2012; Nascimento; Garcia; Mansur, 2021). Portanto, é nesses ambientes geográficos que os elementos abióticos, entendidos nesse estudo como sítios, se destacam e são utilizados/apreciados das diversas formas possíveis.

Na literatura, esses sítios, após metodologias de inventário, são classificados como geossítios, pois possuem áreas geograficamente delimitadas que abrigam formações geológicas de elevado valores, sendo eles científico, estético, ecológico, turístico, cultural, econômico e educativo. Esses locais podem apresentar características como rochas, fósseis e solos, que são fundamentais para a compreensão da história geológica da Terra (Jorge; Guerra, 2016). O

conjunto desses geossítios constitui o geopatrimônio de uma região, refletindo a importância de sua diversidade geológica e seu potencial para estudos científicos e conservação com base no turismo científico e na educação ambiental (Arruda et al., 2023; 2024).

Dessa forma, o Litoral Pernambuco, em específico, é configurado como espaço de interação bastante vasta entre as ações antrópicas e naturais e é integrado pela comunidade científica como área de patrimônio, ou seja, conjunto de geossítios que exerce um importante papel em diversas categorias para a comunidade local. Sabe-se que os processos sociais, culturais e históricos estão englobados e juntos possuem uma história e valores únicos que precisam ser conservados e que medidas geoconservacionista, educacionais e sustentáveis precisam ser elaboradas e colocadas em prática.

Portanto, a Zona Costeira de Pernambuco, em específico o Litoral Norte, possui um elevado potencial para o estudo da geodiversidade, pois se diferencia, entre outros fatores, do ponto de vista geológico e geomorfológico dos demais setores do estado, através de grande diversidade litológica e paisagens bastante atrativas correlacionadas a história evolutiva da Terra e, também, a cultura local. Reitera-se que a área possui testemunhos das dinâmicas da Terra ao longo dos milhares dos anos, sendo as mais expressivas: marcadores da abertura do Oceano Atlântico (bacia costeira) e as Formações Gramame e Maria Farinha cujo contato que representa testemunho do limite entre Cretáceo e Paleógeno (K/Pg) caracterizado por um evento catastrófico (aprox. 65 milhões de anos), resultado da queda do meteoro que culminou com a extinção dos dinossauros.

Para que estas unidades aqui apresentadas sejam asseguradas às futuras gerações, se faz necessário políticas públicas em parceria com as privadas para a geoconservação. A geoconservação conceitua-se como toda e qualquer ação conservacionista voltada à preservação e defesa em prol da geodiversidade em ambientes de interesse para a Geologia e áreas correlatas (Sharples, 2002). Para isso temos o geoturismo que é definido como uma forma de turismo sustentável (Nascimento et al., 2008; Moura-Fé, 2015), cujo objetivo é a valorização e conservação da geodiversidade ou geoconservação em ambientes de interesse.

Ainda associado a abordagem da geoconservação, tem-se a geoeducação que está voltado diretamente para as questões que envolvem o planeta e o bem-estar das gerações presentes e futuras. Ela visa proporcionar ao público a compreensão fundamental do funcionamento entre as questões antrópicas e o meio natural nas escalas locais, regionais e global. Portanto, a geoeducação é definida como um ramo científico que, com base nos objetivos, princípios, conceitos e metodologias da Educação Ambiental, com foco na sustentabilidade e conservação, busca consolidar-se como uma das estratégias de

geoconservação de ambientes de interesse para a Geodiversidade (Moura-Fé; Nascimento; Soares, 2017). Seu desenvolvimento teórico ocorre em paralelo à proposição de formas de aplicação de materiais e produtos que permitam a popularização das geociências em ambientes formais e não formais (Moura-Fé et al., 2016; Guimarães, 2016; Meira et al., 2020; Meira; Silva, 2021).

Portanto, com base na temática da geodiversidade e suas múltiplas abordagens, foi realizado um estudo com objetivo de apresentar propostas viáveis e eficazes para a geoconservação dos elementos abióticos do Litoral Norte do Estado de Pernambuco. Reforça-se que tais sugestões estão associadas ao geoturismo como atividade de desenvolvimento sustentável e dos fornecimentos de materiais científicos, didáticos, informacionais e tecnológicos em concomitância aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) associados a geoeducação e popularização das geociências.

## **METODOLOGIA**

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma abrangente investigação bibliográfica, fundamentada em artigos acadêmicos, dissertações e teses, além de outras fontes relevantes que abordam a temática da geodiversidade (incluindo geologia, geomorfologia, pedologia e hidrografia) no contexto da geoconservação, geoturismo e geoeducação. A pesquisa focou na elaboração de estratégias viáveis afim de promover o Litoral Norte/PE de forma sustentável. Para isso, foram selecionados estudos recentes que atendem aos objetivos propostos bem como valorização dos elementos abióticos.

Com base no levantamento bibliográfico, percebeu-se a existência de um relevante número de pesquisas usando abordagens geoconservacionais como ferramenta de manejo sustentável e popularização das geociências nos ambientes formais e não formais de ensino através do turismo científico e da educação ambiental. Tal afirmação pode ser conferida nos recentes trabalhos de Henriques; Tomaz; Sá (2012); Guimarães e Mariano (2014); Guimarães; Mariano; Sá (2017); Meira et al. (2020); Garcia, et al. (2022); Meira; Nascimento; Silva (2024); Oliveira e Albuquerque (2021; 2023); Arruda et al. (2024) entre outros, que muito têm contribuído para o entendimento da problemática visando a conservação dessas unidades as futuras gerações.

Com base nisso e na potencialidade da área criou-se essas propostas no intuito de possibilitar a valorização, proteção e conservação desse geopatrimônio para as futuras gerações,

promovendo ao mesmo tempo a educação, o turismo sustentável e o desenvolvimento territorial de forma planejada pautada nos Objetivos do Desenvolvimento sustentável firmados pela Organização das Nações Unidas firmadas pelo Pacto Global.

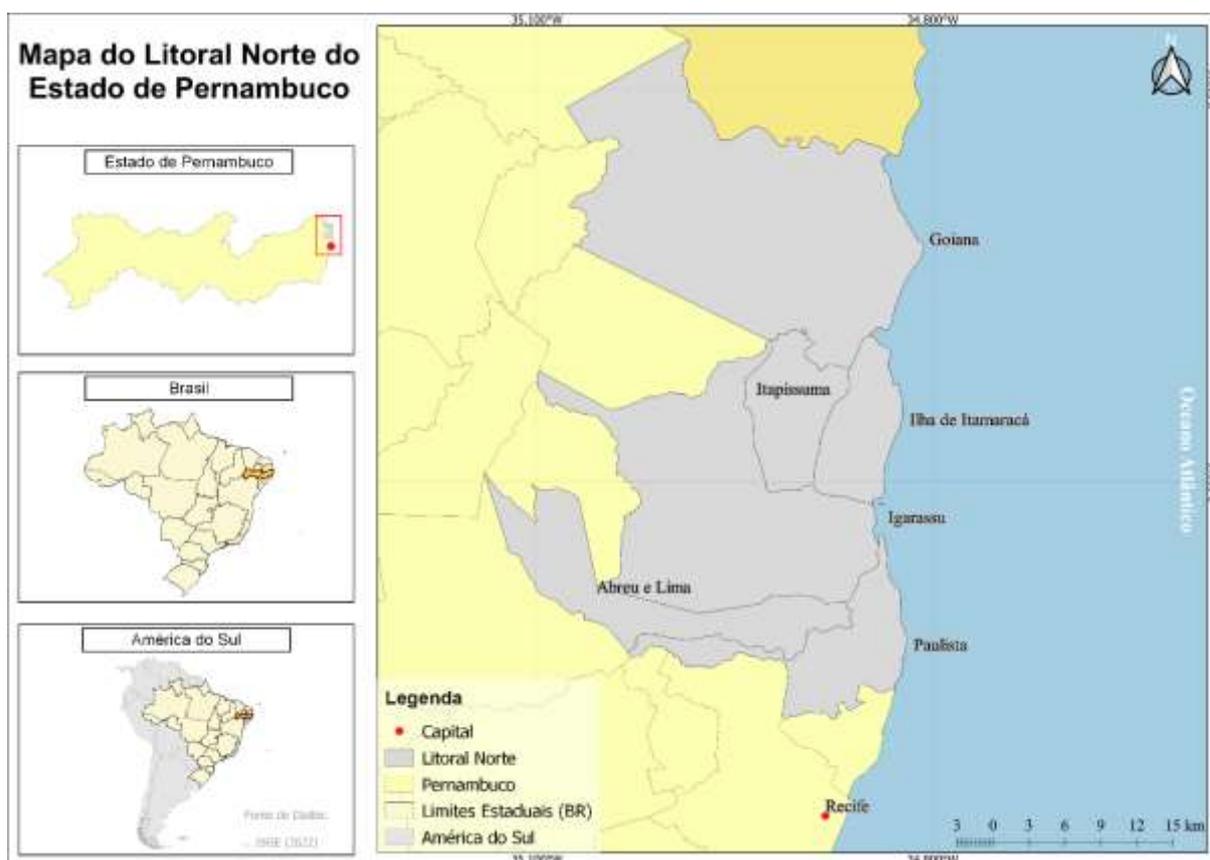
A Organização das Nações Unidas (ONU) propôs a criação de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil. No entanto, relevantes a esta pesquisa incluem o ODS 4 (Educação de Qualidade), que visa assegurar uma educação de qualidade, equitativa, inclusiva e acessível ao longo de toda a vida; o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), que foca no acesso à água limpa e saneamento, promovendo o manejo sustentável dos recursos hídricos; e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), que busca o desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis, com foco na resiliência urbana e na melhoria da qualidade de vida para todos.

Esses objetivos são interrelacionados, fortalecendo as três principais dimensões do desenvolvimento sustentável: i) a econômica, ii) a social e iii) a ambiental. As ações resultantes dessas diretrizes buscam não apenas promover o desenvolvimento de espaços urbanos mais sustentáveis, mas também garantir a qualidade na educação e o fortalecimento de parcerias institucionais essenciais para a implementação dessas metas (IPEA, 2014). Portanto, este alinhamento estratégico é fundamental para enfrentar os desafios globais e garantir que o progresso econômico seja sustentável e inclusivo, sem comprometer os recursos ambientais ou deixar de lado o bem-estar social das comunidades.

### *Área de estudo*

Geograficamente, a área de estudo está localizada no Litoral Norte do estado de Pernambuco (LNPE) (Figura 1), representada pelos municípios de Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Igarassu e Paulista (IBGE, 2020). Os municípios do LNPE compreendem uma área total de aproximadamente 5.997,78 km<sup>2</sup>, população estimada em 686.728 habitantes (IBGE, 2021). Saindo do Recife, a principal via de acesso é a rodovia estadual PE-001 (Marco Zero) com destino final a Paulista (acesso a diversos pontos turísticos e aos geossítios inventariados). Outra forma de acesso ao LNPE é pela BR-101, sentido João Pessoa (Norte).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. O Litoral Norte de Pernambuco é formado pelos municípios de Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Igarassu, Abreu e Lima e Paulista.



Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Regionalmente, as praias mais famosas são Pontas de Pedra e Barra de Catuama em Goiana, Praia do Forte Orange, Jaguaribe e Pilar na Ilha de Itamaracá, e Pontal de Maria Farinha, Praia do Janga em Paulista. Somente Igarassu (com exceção da Ilhota Coroa de Avião) e Abreu e Lima que não possuem faixa litorânea. As áreas destacam-se pelo turismo de sol e praia, os fortes históricos, cultura popular e da expansão do comércio.

Geologicamente, a área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar da Paraíba (BSPB), em específico na porção entre o alto estrutural de Mamanguape, ao norte da cidade de João Pessoa, e o lineamento de Pernambuco, a sul, nas proximidades da cidade do Recife (Barbosa et al., 2003; Topan, 2018). O embasamento cristalino da região é de idade Pré-cambriana, pertencente à Província da Borborema, inseridas no Domínio Transversal, correspondente à região limitada pelas zonas de cisalhamento de Patos (norte) e a de Pernambuco Leste (Sul).

A BSPB é subdividida em 1) Sub-bacia de Olinda, localizada entre o lineamento de Pernambuco e a falha de Goiana (PE), área de estudo dessa pesquisa; 2) Sub-bacia de Alhandra confinada pelas falhas de Goiana e Itabaiana (PB); e 3) Sub-bacia de Miriri limitada entre as falhas de Itabaiana e de Miriri (PB). Essa subdivisão está associada as ações tectônicas ocorridas nas compartimentações decorrentes de muitos processos geológicos desde a separação dos continentes (Topan, 2018).

Na literatura, sugere-se que a Bacia da Paraíba é testemunho da deriva continental, representando um dos últimos elos 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. 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). A saber, a sedimentação de idade fanerozóica da área de estudo foi sintetizada por Barbosa et al. (2003), propondo as seguintes Formações: Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha e Grupo Barreiras. Sobre esse último grupo estão depositados alguns testemunhos do Período Quaternário adicionando à estratigrafia os arenitos de praia (*beachrocks*), marcadores de antigas linhas de costa.

Geomorfologicamente, a área é formada por colinas amplas e suaves, tabuleiros, tabuleiros dissecados, planícies fluviais Flúvio-lacustres, planícies Flúvio-Marinhas e planícies costeiras. No que trata aos recursos paleontológicos, a área possui um excelente potencial fossilífero, com grande número de pedreiras e afloramentos de rochas sedimentares (calcários) pertencentes basicamente a Formação Gramame ricos em fósseis das eras Mesozoica e Cenozoica (Oliveira, 2007).

Pedologicamente a área possui um mosaico com grandes manchas de Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos, Latossolos Amarelos, Espodossolos, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos e solos de mangue (Embrapa, 2006). Associado ao mosaico pedológico e as condições climáticas a cobertura vegetal da área é típica do bioma da Mata Atlântica. Em termos de recursos hídricos o LNPE está inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, nos domínios do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos e nos domínios hidrogeológicos intersticial, cárstico-fissural e fissural (SGB-CPRM, 2001).

### *Geossítios do Litoral Norte de Pernambuco (LNPE)*

Com base na literatura científica, nas expedições de campo, através de preenchimentos das fichas de catalogação e aplicação dos métodos qualitativos e quantitativos chegou-se ao inventário de 14 geossítios (Quadro 1) descritos na tese de doutorado de Arruda (2024).

Quadro 1 – Localização geográfica dos geossítios inventariados no LNPE.

<i>Nº</i>	<b>Geossítio</b>	<b>Município</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>
<i>G01</i>	Pedras do Pontal	Goiana	-7.616659, -34.808825
<i>G02</i>	Ponta do Funil	Goiana	-7.684095, -34.836203
<i>G03</i>	Pontas de Pedra	Goiana	-7.629479, -34.808652
<i>G04</i>	Mina de Itapessoca	Goiana	-7.617463, -34.857585
<i>G05</i>	Piscinas Naturais de Itamaracá	Ilha de Itamaracá	-7.814150, -34.820238
<i>G06</i>	Pedras de São Paulo	Ilha de Itamaracá	-7.799721, -34.837255
<i>G07</i>	Pedras de Jaguaribe	Ilha de Itamaracá	-7.724926, -34.827092
<i>G08</i>	Pedras dos Holandeses	Ilha de Itamaracá	-7.810506, -34.859921
<i>G09</i>	Falésia da Ilha	Ilha de Itamaracá	-7.780517, -34.837155
<i>G10</i>	Pedras do Forno da Cal	Ilha de Itamaracá	-7.787725, -34.836190
<i>G11</i>	Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz	Ilha de Itamaracá	-7.778543, -34.887793
<i>G12</i>	Coroa do Avião	Igarassu	-7.817788, -34.834981
<i>G13</i>	Mina Poty	Paulista	-7.882418, -34.845747
<i>G14</i>	Pedras de Paulista	Paulista	-7.885776, -34.815062

Elaboração: Os autores, 2024.

*G01* – Pedras do Pontal – Localiza-se na praia do Pontal em Goiana com aproximadamente 0,4km<sup>2</sup> de área. Trata-se de afloramentos de rochas sedimentares da Formação Maria Farinha Superior (Bacia da Paraíba). No local os processos geomorfológicos são bastantes ativos (Figura 2-G1A e G1B).

*G02*- Ponta do Funil - Localiza-se na praia da Barra de Catuama (Goiana) e é um dos cartões portais do LNPE. A área possui um grande afloramento estratigráfico da Bacia Sedimentar da Paraíba – Sub-bacia de Olinda com aproximadamente 0,3km<sup>2</sup> de área. Trata-se do único sítio de acesso ao público da região que possibilita observar toda a estratigrafia sedimentar proposta por Barbosa (2004) (Figura 2-G2A e G2B).

*G03*- Pontas de Pedra – Localiza-se na porção central da Praia de Pontas de Pedra –

Goiana/PE com aproximadamente 0,5km<sup>2</sup> de área. Esses arenitos são conhecidos na toponímia regional como “pedras pontudas”, dando nome à praia e a outros estabelecimentos comerciais (Figura 2-G3A e G3B).

G04 – Mina de Itapessoca – Pertencente ao município de Goiana, a Ilha de Itapessoca é uma área privada da Família Santos com aproximadamente 18km<sup>2</sup> de área. Na ilha ocorrem pontos de mineração ativos (através da exploração de calcário para a indústria de cimento) e pontos de mineração que foram desativados. Ambiente de muita interação entre os elementos da biodiversidade e geodiversidade (Figura 2-G4A e G4B).

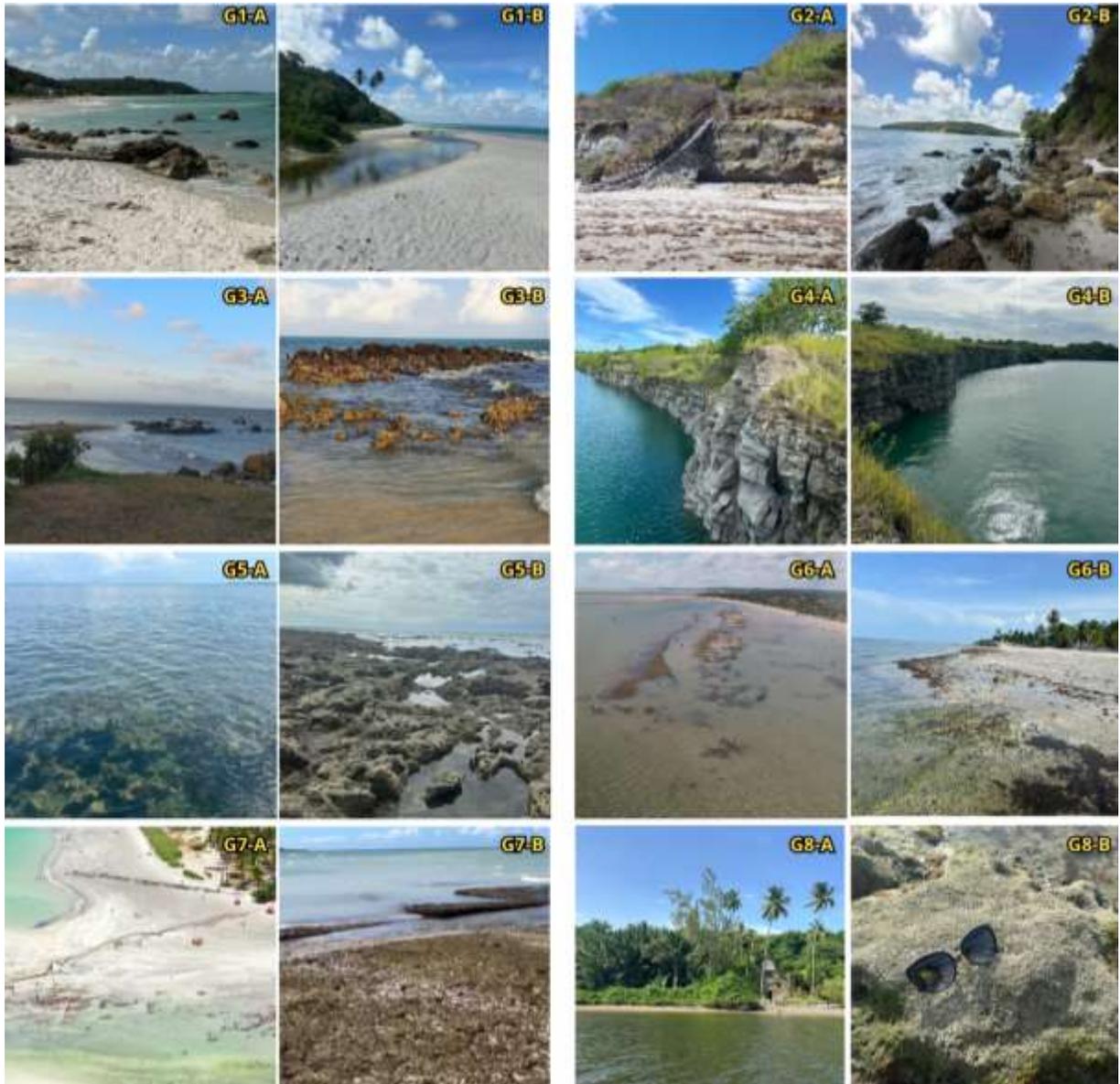
G05 - Piscinas Naturais de Itamaracá - Situado na praia do Forte Orange, a 900m da Fortaleza de Santa Cruz (Forte Orange). Durante a maré baixa as piscinas naturais (arenitos) surgem, ocupando uma área de 4,9km<sup>2</sup> (Figura 2-G5A e G5B).

G06 – Pedras de São Paulo - A Praia de São Paulo está localizado na cidade de Ilha de Itamaracá entre as praias do Forte Orange e Pilar. No local, durante os períodos de ressaca de maré e/ou maré baixa é possível observar uma variedade de formas que chamam a atenção dos turistas. Trata-se de arenitos que foram esculpidos ao longo do tempo por processos geomorfológicos (Figura 2-G6A e G6B).

G07 – Pedras de Jaguaribe – Localiza-se na praia de Jaguaribe (Pontal) com aproximadamente 0,8km<sup>2</sup> de área. Trata-se de afloramentos sedimentares da Formação Maria Farinha Superior (Barbosa, 2005) (Figura 2-G7A e G7B).

G08 – Pedras dos Holandeses – Trata-se de afloramentos rochosos da Formação Maria Farinha no sopé dos morros (Formação Barreiras) da Vila dos Holandeses. Possuem a mesma gênese das demais áreas supracitadas na Ilha de Itamaracá. A área é bastante visitada pelos turistas pelo contexto histórico (Igreja do período de colonização), ecológico (trilhas educativas) e cultural (festas tradicionais) (Figura 2-G8A e G8B).

Figura 2 – Caracterização dos geossítios do LNPE – Parte 01. G01 - Pedras do Pontal; G02 - Pontal do Funil; G03 - Pontas de Pedra; G04 - Mina de Itapessoca; G05 - Piscinas Naturais de Itamaracá; G06 - Pedras de São Paulo; G07 - Pedras de Jaguaribe; G08 - Pedras dos Holandeses.



Elaboração: os autores, 2024.

G09 - Falésia da Ilha – Localizado na Ilha de Itamaracá, sentido a Praia do Forte Orange, trata-se de um recorte de estrada com 1km<sup>2</sup> de área, que expõe a Formação Barreiras (unidade deposicional que recobre a BSPB (Figura 3-G9A e G9B).

G10 – Pedras do Forno da Cal – Trata-se de afloramentos (vestígios) da Formação Maria Farinha (Barbosa, 2005) distribuídos em uma área de 0,8km<sup>2</sup> e localizados na Praia Forno da Cal (Figura 3-G10A e G10B)..

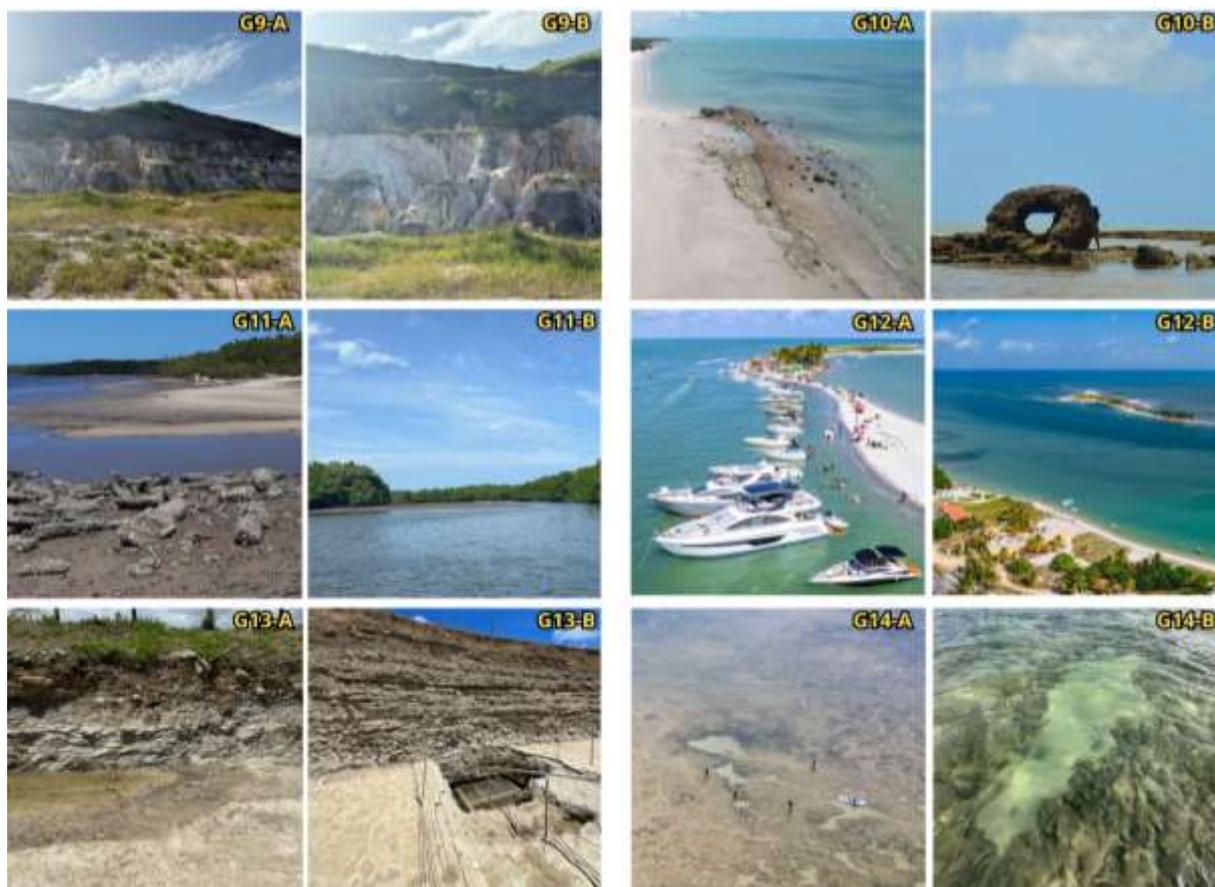
G11 - Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz - O Canal de Santa Cruz está localizado na costa do Estado de Pernambuco, com área aproximada de 36 Km<sup>2</sup>, largura máxima de 1,5 km, separando a Ilha de Itamaracá do continente (Igarassu) (Figura 3-G11A e G11B).

G12 – Coroa do Avião – Pertencente ao município de Igarassu, trata-se de uma ilhota, com uma área total de 0,9 km<sup>2</sup>, de gênese quaternária com presença de bancos e cordões de areia (que conectam o continente durante a maré baixa) e piscinas naturais (Figura 3-G12A e G12B).

G13 – Mina Poty – Localizado no município de Paulista, trata-se de uma área de mineração ativa pertencente ao grupo empresarial Votorantim Cimentos. Na Literatura é conhecido por “Geossítio K-Pg Mina Poty”, mas na toponímia regional recebe o nome de “Mina Poty”. O geossítio demarca o fim do período do tempo geológico Cretáceo (K) e início do Paleógeno (Pg) (Figura 3-G13A e G13B).

G14 – Pedras de Paulista – Trata-se de arenitos de praia (Beachrocks) localizados no município de Paulista, especificamente entre as praias do Janga, Pau Amarelo, Conceição e Maria Farinha. Na toponímia regional recebem o nome de “Pedras de Paulista”. Trata-se de uma área com 5,5km<sup>2</sup> formando grandes piscinas naturais (na maré baixa) e muitos bancos de areia (Figura 3-G14A e G14B).

Figura 3 – Caracterização dos geossítios do LNPE - Parte 02. G09 - Falésia da Ilha; G10 - Pedras do Forno da Cal; G11 - Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz; G12 - Coroa do Avião; G13 - Mina Poty; G14 - Pedras de Paulista.



Elaboração: os autores, 2024.

Os geossítios apresentados (Figuras 2 e 3) acima necessitam urgentemente de propostas geoconservacionais no intuito de conservar esses elementos, promover um turismo científico viável e associar práticas educativas com educação ambiental. A partir do momento em que a sociedade se torna protagonista dessas ações muitas mudanças positivas e necessárias ocorrem e o meio ambiente como um todo agradece.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propostas de geoconservação seguem uma série de etapas essenciais para garantir um planejamento eficiente e eficaz em qualquer território. No presente trabalho, essa sequência foi rigorosamente aplicada, iniciando pela delimitação da área de estudo com base em trabalhos publicados. Em seguida, procedeu-se à identificação dos valores da geodiversidade, o que

incluiu a avaliação dos diferentes elementos geológicos, geomorfológicos e outros presentes na região, em específico, aos pertencentes a Bacia Sedimentar da Paraíba – Sub-Bacia de Olinda. Após essa fase, foi realizado um inventário detalhado do geopatrimônio, reunindo informações relevantes sobre os Lugares de Interesse da Geodiversidade e suas características de forma detalhada e com base nos interesses locais.

A partir desse inventário, foram conduzidas análises qualitativas e quantitativas dos sítios, permitindo uma compreensão mais profunda de sua importância e do estado de conservação. Com base nesses dados, foi elaborado um ranking de valores, classificando os sítios de acordo com sua relevância científica, educativa, cultural, paisagística e turística. Esse ranking foi essencial para a definição de prioridades na fase de proposição de medidas de geoconservação.

Essas mesmas análises permitiram classificar as áreas de interesse em geossítios e sítios da diversidade. Todavia, a partir deste ponto optamos por tratar todos os sítios avaliados pela terminologia geossítio. Os resultados obtidos ao longo dessas etapas permitiram não apenas identificar os valores individuais de cada geossítio, mas também suas especificidades e vulnerabilidades. Essa análise foi fundamental para orientar ações de proteção e preservação/conservação, focadas nos aspectos mais críticos de cada área.

É importante destacar que o trabalho de geoconservação pode ser desenvolvido em diversas frentes. Ele abrange áreas como educação, geoturismo, administração e planejamento, além de promover a valorização e a divulgação das Geociências como área norteadora. A popularização das Geociências e a comunicação desempenham um papel central na sensibilização do público em geral e no fortalecimento da consciência sobre a importância da conservação dos elementos da geodiversidade às futuras gerações.

Com todos os dados obtidos e analisados, foi possível formular uma proposta de geoconservação para o Litoral Norte de Pernambuco. O foco principal dessa proposta está nas atividades educativas, geotecnologias e no geoturismo, reconhecendo o potencial dessas áreas para promover a conservação do geopatrimônio e ao mesmo tempo gerar benefícios socioeconômicos para a região. O objetivo é promover a integração da comunidade local e a valorização do território, por meio de iniciativas que incentivem a educação ambiental e fortaleçam o vínculo entre a população e o patrimônio natural valorizando a identidade e a relação natureza e sociedade.

Portanto, o Litoral Norte de Pernambuco possui um enorme potencial para o desenvolvimento de iniciativas de geoturismo e geoeducação, devido à sua rica geodiversidade e à presença de importantes patrimônios históricos e culturais. Para explorar de maneira

sustentável o potencial do turismo e atender às demandas sociais e econômicas, é essencial o desenvolvimento de propostas integradas que aliem o turismo à educação.

Essas iniciativas devem promover a conscientização ambiental, incentivar a preservação e conservação dos biomas/ecossistemas e valorizar o geopatrimônio como um todo, destacando a importância histórica, cultural e natural das áreas visitadas. Além disso, é necessário criar estratégias específicas e direcionadas que envolvam as comunidades locais, gerando oportunidades de emprego, capacitação profissional e desenvolvimento socioeconômico, sempre respeitando os princípios da sustentabilidade, manejo eficiente e da conservação ambiental. Dessa forma, o turismo e educação ambiental podem se tornar ferramentas de transformação, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a proteção/conservação e gerenciamento do patrimônio natural e cultural.

A seguir, são apresentadas algumas ideias de ações que podem impulsionar essas práticas na região. Reforça-se que as propostas foram pensadas na realidade da região. Essas sugestões integram tecnologia e inovação ao geoturismo e à geoeducação, promovendo uma experiência mais interativa e acessível, além de ampliar a conscientização e a conservação dos elementos abióticos da região (Quadro 2).

Quadro 2 - Propostas voltadas ao geoturismo e à geoeducação para o Litoral Norte de Pernambuco.

Propostas	Objetivos	Atividades	Público-Alvo	Resultados Esperados
Roteiro Geoturístico Histórico	Promover a valorização do geopatrimônio e histórico-cultural da região.	Visitas guiadas e orientadas aos geossítios ligados aos pontos históricos, como Forte Orange e casarões antigos.	Turistas e estudantes	Aumento do fluxo turístico e maior conscientização sobre a importância histórica e geológica da região.
Trilhas Interpretativas	Facilitar a compreensão da geodiversidade local através de passeios geoeducativos.	Caminhadas com guias que expliquem os elementos abióticos e a história local. Importante a criação de painéis.	Escolas, universidades e ecoturistas	Desenvolvimento do geoturismo educacional, com foco na interação entre história, geologia e meio ambiente.

Workshops de Geoeducação	Incentivar a aprendizagem sobre geodiversidade e preservação e conservação ambiental.	Oficinas em escolas e comunidades locais sobre temas como erosão costeira e conservação do geopatrimônio.	Professores, pesquisadores, alunos e comunidade local	Maior engajamento da população local com a conservação ambiental e geológica, e fortalecimento da educação ambiental nas escolas.
Museu ao Ar Livre	Criar um espaço permanente de exibição e educação sobre geodiversidade.	Montagem de painéis e áreas interpretativas em geossítios de fácil acesso. Criação de casas culturais, envolvendo arte local, artesãos, e elementos da geodiversidade que inspiram.	Famílias, turistas e estudantes	Popularização do conhecimento sobre geociências e aumento do interesse pela preservação do geopatrimônio ligado as questões sociais, históricas e culturais.
Roteiro de Geoaventura	Unir turismo de aventura com educação sobre a geodiversidade local.	Atividades como canoagem, mergulho e ciclismo integrados a aulas sobre a geologia e ecossistemas costeiros.	Jovens e aventureiros	Fomento ao turismo ecológico e sustentável, com foco em esportes e educação ambiental, além da geração de renda para guias locais.
Feiras de Geoturismo e Geoeducação	Promover eventos voltados ao turismo geológico e à educação sobre geociências.	Exposições, palestras, painéis interativos e venda de produtos artesanais locais.	Comunidade, turistas e pesquisadores	Integração da comunidade no geoturismo e valorização do patrimônio cultural e geológico, com impacto positivo no turismo local.
Trilhas Virtuais	Oferecer uma alternativa virtual ao turismo presencial.	Criação de tours virtuais por meio de plataformas como Google	Estudantes, turistas nacionais e internacionais,	Expansão do acesso ao patrimônio geológico para públicos distantes ou

		Earth, com integração de informações geológicas interativas e a criação de sites específicos.	além da comunidade local.	com mobilidade reduzida, promovendo o geoturismo digital.
Geotecnologias para Geoturismo	Aplicar geotecnologias no mapeamento e divulgação do geopatrimônio.	Uso de drones, GPS e Google Earth para identificar, monitorar e mapear geossítios, além de promover estudos de paisagem.	Pesquisadores, gestores ambientais e turistas	Monitoramento eficiente do geopatrimônio e promoção de novas rotas turísticas com base em análises paisagísticas.

Elaboração: Os autores, 2024.

A criação de medidas estruturais e não estruturais somadas a iniciativas educativas e de divulgação para os geossítios do Litoral Norte de Pernambuco são de suma importância. Sabe-se da importância de ideias para contemplação da paisagem, divulgação do litoral, campanhas publicitárias e a inserção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo estas divididas em medidas estruturais; não estruturais e iniciativas de Educativas e de divulgação (Quadro 03):

Quadro 3 - Estratégias estruturais, não estruturais e educativas para os geossítios do Litoral Norte de Pernambuco.

Categoria	Medidas
Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação e instalação de trilhas ecológicas/geológicas/geomorfológicas sinalizadas;</li> <li>- Criação de mirantes e pontos estratégicos para contemplação da paisagem;</li> <li>- Construção de centros de visitantes com informações sobre geodiversidade e geoconservação – reforçando a importância da educação ambiental e do turismo científico;</li> <li>- Criação e instalação de placas interpretativas</li> </ul>

	<p>sobre a geodiversidade e biodiversidade local – rico em fotografias e modelos de evolução (caso seja necessário);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhoria da infraestrutura turística, incluindo áreas de descanso, banheiros ecológicos e acessibilidade universal;</li> <li>- Estabelecimento de áreas protegidas e monitoramento contínuo da conservação dos geossítios;</li> <li>- Criação de pontos estratégicos para fotos de recordação com painéis e elementos sugestivos da área.</li> <li>- Criação de paradas obrigatórias (contêiners para visitação com mostragem de rochas, minerais, fósseis e outros elementos da geodiversidade e biodiversidade). Todos estes pontos com código QR remetendo ao site do patrimônio geológico de Pernambuco onde informações adicionais podem ser obtidas</li> </ul>
Não Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campanhas publicitárias focadas no turismo sustentável, destacando a geodiversidade e o patrimônio cultural do Litoral Norte – realizando parcerias entre a universidade, prefeituras e associações locais;</li> <li>- Criação de pontos de divulgação estratégica em terminais rodoviários, aeroportos e plataformas digitais;</li> <li>- Programas de capacitação de guias turísticos especializados em geoturismo e educação ambiental;</li> <li>- Adoção de práticas de geoconservação como parte do currículo escolar local, com atividades práticas em geossítios;</li> </ul>
Iniciativas Educativas e de Divulgação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de programas educativos que inserem os ODS nas escolas do Litoral Norte, com foco em sustentabilidade e conservação;</li> <li>- Parcerias com ONGs e universidades para promover workshops e palestras sobre geodiversidade e geoconservação;</li> <li>- Desenvolvimento de materiais didáticos</li> </ul>

	<p>específicos sobre os geossítios e o turismo sustentável para as escolas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ações de conscientização ambiental em colaboração com comunidades locais, envolvendo estudantes e líderes comunitários;</li> <li>- Criação de jogos, cartilhas, folders e outros para popularização dos eumentos da geodiversidade.</li> </ul>
--	---

Elaboração: Os autores, 2024.

As propostas de geoturismo e geoeducação para os geossítios listados acima (Quadros 2 e 3) visam integrar o conhecimento científico sobre a geologia local com uma abordagem prática, proporcionando experiências educativas e turísticas ricas, acessíveis tanto para o público em geral quanto para estudantes e pesquisadores.

De forma detalhada, para o G01 – Pedras do Pontal, seria interessante organizar trilhas guiadas que permitam explorar os afloramentos de rochas sedimentares da Formação Maria Farinha Superior. Ao longo das trilhas é indispensável a existência de placas informativas que poderiam explicar de forma mais detalhada e ilustrativa a dinâmica dos processos geomorfológicos que modelam a área. Cada trilha terá pontos de descanso (tira dúvidas; lanche) que podem ser associados a pontos de observação da paisagem. Além disso, é sugestivo a criação de workshops interativos sobre os processos relacionados a formação de bacias sedimentares costeiras, envolvendo sedimentação e erosão que poderiam ser oferecidos a um público específico, permitindo que os visitantes e/ou alunos de graduação compreendam de maneira prática esses fenômenos.

No G02 – Pontal do Funil, a criação de um centro de visitantes público e/ou com indicativa do poder privado seria uma excelente maneira de oferecer informações detalhadas sobre a estratigrafia da Bacia Sedimentar da Paraíba, uma área de extrema relevância geológica, utilizando-se de elementos *ex situ* da própria região. De forma mais interdisciplinar, poderia ser utilizado a associação de arte, cultural e tradição dentro desse espaço. Este centro poderia abrigar exposições sobre a história geológica da região e a estratigrafia proposta por Barbosa (2004), além de realizar visitas escolares, onde alunos poderiam observar *in loco* a estratigrafia sedimentar e participar de palestras educativas com foco também na histórica, cultura e gastronomia local.

No G03 – Pontas de Pedra, o geoturismo pode se beneficiar da identidade cultural do local, que está profundamente ligada aos arenitos conhecidos como “pedras pontudas”. Trata-

se da principal faixa de areia do município no quesito econômico (possui centenas de barracas de praia). É sugestivo passeios ecológicos que explorem esses arenitos, com destaque para sua importância cultural e geológica, em parceria com os guias e os ambientes formais de ensino. O apoio de estabelecimentos comerciais locais, que já utilizam o nome das pedras em seus negócios, pode enriquecer a experiência turística e cultural do ambiente. Para a geoeducação, materiais didáticos explicando a formação dos arenitos e a relevância do nome local podem ser desenvolvidos (cartazes, folders, cartilhas, jogos de tabuleiro, dominó adaptado, baralho, jogo da memória), proporcionando uma compreensão mais profunda do significado dessas formações rochosas.

Na Mina de Itapessoca (G04), além de promover visitas monitoradas às áreas de mineração ativas e desativadas, é fundamental destacar a importância da mineração sustentável e da preservação/conservação ambiental. O geoturismo poderia incluir visitas a essas áreas com foco nos processos de extração de calcário, enquanto a geoeducação pode fornecer aulas práticas sobre a interação entre geodiversidade e biodiversidade existente na ilha, com ênfase no impacto da mineração que ocorre e nas práticas de sustentabilidade para reversão de alguns danos.

As Piscinas Naturais de Itamaracá (G05) oferecem uma excelente oportunidade para o geoturismo agregando ainda mais peso a um ambiente pouco explorado. Passeios de barco estruturado e organizados poderiam ser ofertados durante a maré baixa para que os visitantes pudessem explorar as piscinas naturais e entender como os arenitos foram moldados ao longo do tempo pela dinâmica das marés e demais processos geológicos/geomorfológicos. Esses passeios podem ser guiados por especialistas que expliquem a formação abiótica do local. Paines poderiam ser confeccionados e aplicados/colocados no ponto de encontro das embarcações para facilitar a dinâmica de apresentação do geossítio. No aspecto educativo, aulas de campo sobre geomorfologia costeira seriam enriquecedoras, proporcionando aos estudantes e universitários a chance de compreender as formações intertidais (zonas entremarés) e a importância de conservar esses ecossistemas a todas as gerações.

No G06 – Pedras de São Paulo, o geoturismo pode se beneficiar da observação das formas esculpidas ao longo do tempo pelos processos geomorfológicos, que atraem a curiosidade de turistas. Trilhas educativas, organizadas durante a maré baixa, ofereceriam uma oportunidade para os visitantes observarem de perto essas formações. A geoeducação pode incluir oficinas sobre a ação das marés e da erosão nas rochas, proporcionando aos visitantes e estudantes uma compreensão clara dos processos naturais envolvidos.

O G07 – Pedras de Jaguaribe pode se tornar um ponto turístico atrativo com passeios

voltados para a exploração dos afloramentos sedimentares da Formação Maria Farinha. O geoturismo nesta área poderia destacar as paisagens e os processos geológicos únicos da região. A geoeducação pode ser realizada através de estudos de campo que possibilitem a análise das formações sedimentares e sua relevância para a evolução geológica local.

As Pedras dos Holandeses (G08) combinam um contexto histórico, ecológico e cultural, sendo ideais para roteiros de geoturismo que integrem essas dimensões. Trilhas educativas pelas formações rochosas podem ser combinadas com visitas às ruínas da Igreja do período de colonização holandesa, criando uma experiência rica e multidisciplinar. No aspecto educativo, essas trilhas podem incluir atividades que discutam tanto a geodiversidade da área quanto a história da colonização europeia no Brasil.

Para a Falésia da Ilha (G09), passeios guiados podem explorar o recorte geológico, oferecendo uma visão clara da Formação Barreiras, uma importante unidade deposicional. A geoeducação pode incluir módulos que expliquem a importância dessa formação e sua influência na geologia regional, com atividades de campo para analisar as camadas sedimentares expostas.

As Pedras do Forno da Cal (G10) também oferecem um rico cenário para o geoturismo. Passeios guiados que enfoquem a observação dos afloramentos da Formação Maria Farinha podem atrair tanto turistas quanto estudiosos da geologia. A geoeducação pode focar em aulas sobre sedimentação, utilizando os vestígios dessas formações como exemplos práticos das transformações ambientais ao longo do tempo.

O Canal de Santa Cruz (G11), com suas formas e meandros, é uma área de grande relevância geomorfológica. Roteiros de ecoturismo podem incluir passeios de barco que explorem a geografia do canal, proporcionando aos visitantes uma experiência imersiva na paisagem natural. A geoeducação pode ser desenvolvida com excursões voltadas para o estudo dos meandros e da hidrografia da região, com discussões sobre a importância ecológica desses canais para a costa de Pernambuco.

Na Coroa do Avião (G12), passeios de barco até a ilha podem ser uma forma envolvente de geoturismo, destacando a gênese quaternária e a formação dos bancos de areia. Para a geoeducação, atividades práticas que abordem a dinâmica costeira e a formação das piscinas naturais podem ajudar a explicar a geomorfologia local de maneira acessível.

A Mina Poty (G13) é um sítio de grande valor científico, e visitas monitoradas que explicam a transição geológica entre o Cretáceo e o Paleógeno podem atrair tanto geólogos quanto turistas interessados. A geoeducação pode incluir um centro de estudos dedicado ao entendimento do limite K-Pg, com material didático sobre a extinção dos dinossauros e suas

implicações para a história geológica do planeta.

Finalmente, as Pedras de Paulista (G14), com suas grandes piscinas naturais e bancos de areia, são uma atração ideal para o turismo ecológico. Passeios guiados podem explorar essas formações durante a maré baixa, com atividades como mergulho e observação da vida marinha. No campo da geoeducação, oficinas sobre os "Beachrocks" e sua formação podem proporcionar uma compreensão aprofundada da geomorfologia costeira e dos processos que influenciam a formação dessas paisagens naturais.

Assim, é imprescindível a utilização do turismo científico (geoturismo) nos geossítios do LNPE, pois torna-se uma ferramenta crucial para a conscientização sobre a importância da conservação ambiental e do patrimônio geológico. Ao associar essa prática com a educação ambiental postulada com os ODS com visitas a esses locais, os visitantes, turistas, pesquisadores têm a oportunidade de aprender sobre processos geológicos e outros, biodiversidade e a interação entre sociedade e natureza. Essa abordagem promove um entendimento mais profundo sobre a fragilidade dos ecossistemas e a necessidade de práticas sustentáveis viáveis de máxima urgência, além de fomentar o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais por meio de um turismo responsável e educativo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho de inventariação de um geopatrimônio não pode ser considerado algo concluído. Sabe-se que a cada nova visita e/ou trabalho de campo novas áreas poderão surgir assim como a adoção de novas medidas resultando em uma nova inserção ao inventário da região. Tem-se ciência que por meio dos processos naturais e antrópicos qualquer um desses geossítios, com certa fragilidade e/ou vulnerabilidade, poderá deixar de existir por falta muitas vezes de conhecimento científico. Portanto, é válido ressaltar que ações negativas podem acontecer e tornarem-se irreversíveis. Assim, reforça-se a necessidade de garantir e conservar esses elementos as futuras gerações.

Os geossítios abordados neste artigo apresentam um grande potencial para o desenvolvimento do geoturismo e da geoeducação na região. A integração das experiências turísticas com atividades educativas pode não apenas aumentar a conscientização sobre a importância da geodiversidade local, mas também promover o desenvolvimento sustentável, gerando benefícios econômicos e ambientais. As propostas sugeridas visam fomentar o turismo responsável, aliado à valorização do geopatrimônio, ao mesmo tempo em que proporcionam oportunidades de aprendizado prático sobre processos geológicos e históricos. Com o planejamento

adequado, esses locais podem se tornar referências no turismo científico, contribuindo para a conservação e educação ambiental na região associado aos Objetivos do Desenvolvimento sustentável.

Referente aos geossítios identificados percebe-se que a maioria deles se destacam com base na relevância científica, educativa histórica, bem com os que já estão inseridos no *rool* turístico que existe na região. Os dados demonstram a importância da área, a sua relevância científica e a importância de conservação esses elementos as futuras gerações. Portanto é imprescindível a associação de um turismo científico pautado na variação da região e nas propostas de Educação ambiental nos ambientes formais e não formais de ensino. Por fim, sugere-se o desenvolvimento de mais pesquisas e um olhar mais atento por parte das esferas públicas na conservação e manejo desses ambientes postulados com base no geoturismo e geoconservação.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores expressam seu agradecimento à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), ao Departamento de Geologia e ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, pelo suporte institucional e acadêmico. Estendem sua gratidão ao Grupo de Pesquisa em Geodiversidade de Pernambuco – UFPE e UPE, cujas contribuições foram essenciais para o desenvolvimento deste estudo. Agradecem também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro concedido ao primeiro autor por meio da bolsa de doutorado, e a todos os colaboradores que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

ARRUDA, I. R. P., MARIANO, G., GUIMARÃES, T. D. O. “Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil”. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol.17, n.1, janeiro, 2024.

ARRUDA, I. R. P. et al. “Proposta de Geoconservação no distrito de Fazenda Nova - Brejo da Madre de Deus - Pernambuco, NE do Brasil”. *Geologia USP. Série Científica*, vol. 23, n. 2, junho, 2023.

BARBOSA J. A. “Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil” (Tese de Doutorado em Geociências), Recife: UFPE, 2004.

BARBOSA, J.A. et al. “A estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma reconstituição”. Estudos Geológicos, vol.13, n.1, janeiro, 2003.

BORBA, A.W. “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, vol. 38, n.1, outubro, 2011.

BRILHA, J. “Inventory and Quantitative Assessment of Geosite and Geodiversity Sites: a Review”. Geoheritage, vol. 8, n. 2, setembro, 2016.

BRILHA, J. “*Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*”. Braga: Palimage Editores, 2005.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 10/09/2024.

GARCIA, M. G. M. et al. “O mapa geoturístico interativo do litoral norte do estado de São Paulo”. 2022, Anais do VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, São Paulo: IGc/USP, 2022.

GARCIA, M. G. M. “Gondwana Geodiversity and Geological Heritage: Examples from the north coast of São Paulo State, Brazil”. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, vol. 35, n. 2, setembro, 2012.

GUIMARÃES, T. O. “Patrimônio geológico e estratégias de geoconservação: popularização das geociências e desenvolvimento territorial sustentável para o litoral sul de Pernambuco (Brasil)” (Tese de Doutorado em Geociências), Recife: UFPE, 2016.

GUIMARÃES, T. O. “Geoconservação: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil” (Dissertação de Mestrado em Geociências), Recife: UFPE, 2013.

GUIMARAES, T. O., MARIANO, G., SÁ, A. A. A. “Geoturismo: proposta de valorização e sustentabilidade territorial alternativa ao turismo de “sol e praia” no litoral sul de Pernambuco – Brasil”. Ciência e Sustentabilidade, vol.3, n.1, agosto, 2017.

GUIMARÃES, T. O., MARIANO, G. “Uso de trilhas como recurso didático: abordagem interdisciplinar no ensino das Geociências”. Estudos Geológicos. vol. 24, n. 1, julho, 2014.

GRAY, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2013.

GRAY, M. "Geodiversity: developing the paradigm". *Proceedings of the Geologists' Association*. v. 119, n.1, julho, 2008.

GRAY, M. "Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature". *Geodiversity* [24/07/2024]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/235864115\\_Geodiversity\\_Valuing\\_and\\_Conserving\\_Abiotic\\_Nature](https://www.researchgate.net/publication/235864115_Geodiversity_Valuing_and_Conserving_Abiotic_Nature). Acesso em: 10/08/2024.

HENRIQUES, M. H.; TOMAZ, C.; SÁ, A. A. "O Geoparque de Arouca (Portugal) como recurso educacional: um estudo de caso". *Episódios*, vol. 35, n.1, outubro, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Densidade demográfica de Pernambuco 2021*. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe.html>. Acesso em: 10/01/2022

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *População ativa de Pernambuco*. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe>. Acesso em: 11/01/2022.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/>. Acesso em: 11/01/2022.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. "Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos". *Espaço Aberto*, vol. 6, n.1, agosto, 2016.

MEIRA, S. A.; NASCIMENTO, M. A. L. do; SILVA, E. V. "Inventário e avaliação do geopatrimônio do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil". *Caminhos de Geografia*, vol. 25, n. 97, 2024.

MEIRA, S. A.; SILVA, E. V. "Índice de geodiversidade do parque nacional de Ubajara, Ceará, Brasil". *Revista de Geociências do Nordeste*, vol. 7, n. 2, maio, 2021.

MEIRA, S.A. et al. "Potencial educativo do patrimônio geológico: estudo sobre o geossítio Sítio do Bosco". *GEOSABERES*, vol. 11, n. 1, fevereiro, 2020.

MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. "Geoeducação: princípios teóricos e bases legais". In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org). *Os Desafios da*

Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017.

MOURA-FÉ, M. M. et al. “Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação”. In: SEABRA, G. (Org.) Educação Ambiental & Biogeografia. Ituiutaba: Barlavento, 2016.

MOURA-FÉ, M. M. “Geoturismo: Uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a região Nordeste do Brasil”. Sociedade e Natureza, Uberlândia. Vol. 27, n. 1, agosto, 2015.

NASCIMENTO, M. A. L.; GARCIA, M. G.; MANSUR, K. “Introduction to the special issue on 'Geoconservation'”. Journal of the Geological Survey of Brazil. vol. 4, n. 01, setembro, 2021.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U.A.; MANTESSO-NETO, V. “Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico”. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

OLIVEIRA, D.S. “Fósseis e paleoambientes da formação Gramame, Maastrichtiano da Bacia da Paraíba, Pedreira do Roger, João Pessoa – PB” (Dissertação de Mestrado em Geociências), Recife: UFPE, 2007.

OLIVEIRA, B. A., ALBUQUERQUE, F. N. B. “Aula em campo nos geossítios do Geopark Araripe, Ceará: Uma proposta para o ensino fundamental de geografia”. Geoconexões, vol. 3, n.17, setembro, 2024.

OLIVEIRA, B. A.; ALBUQUERQUE, F. N. B. “Geoconservação e educação ambiental no geoparque Araripe (Ceará) por meio de oficinas didáticas e aulas em campo”. International Journal Semiarid ano 4. vol. 4. p. 126 – 138, 2021.

RAND, H.M., MABESOONE, J.M.. “Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa”. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. vol. 38, n. 1, July, 1982.

SANTOS, E. M. “A geoconservação como ferramenta para o desenvolvimento Sustentável em regiões semiáridas: estudo aplicado à mesorregião do agreste de Pernambuco, nordeste do Brasil” (Tese de Doutorado em Geociências), Recife: UFPE, 2016.

SGB-CPRM - Serviço Geológico do Brasil- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco. Recife: SGB-CPRM, 2001. Disponível em: < <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/2422> >. Acesso em: 02/05/2022.

SHARPLES, C. A. Concepts and principles of geoconservation.

Researchgate [05/01/2020]. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/266021113\\_Concepts\\_and\\_principles\\_of\\_geoconservation](https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconservation). Acesso em: 15/10/2023.

SHARPLES, C. A. “Geoconservation in forest management: Principles and procedures”. *Tasforests*. vol. 7, n.1, janeiro, 1995.

SHARPLES, C. A. “Methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes”. Tasmania: Report to Forestry Commission Tasmania, Hobart, 1993.

SOUZA, E.M. “Estratigrafia da seqüencia clástica inferior (Andares ConicianoMaastrichtiano Inferior) da Bacia da Paraíba e suas implicações paleogeográficas” (Tese de Doutorado em Geociências), Recife: UFPE, 2006.

Topan, J.G.O. “Caracterização tectono-estratigráfica da sub-bacia olinda, bacia Paraíba e embasamento adjacente, NE do Brasil”. (Dissertação de Mestrado em Geociências), Recife: UFPE, 2018.

## CAPÍTULO 08 – ARTIGO: GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO: SITE DE DIVULGAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE PERNAMBUCO



1

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF>

### GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO: SITE DE DIVULGAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE PERNAMBUCO

GEOHERITAGE OF PERNAMBUCO: WEBSITE FOR THE DISSEMINATION OF THE  
GEODIVERSITY OF THE STATE OF PERNAMBUCO

GEOPATRIMONIO DE PERNAMBUCO: SITIO WEB DE DIFUSIÓN DE LA  
GEODIVERSIDAD DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>

Gorki Mariano<sup>2</sup>

Thais de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>

**Resumo:** O site Geopatrimônio de Pernambuco foi criado como a iniciativa de divulgar à comunidade científica e ao público em geral, informações voltadas à temática da Geodiversidade, Geoconservação, Geoeducação e do Geoturismo. Trata-se de uma ideia que surgiu como resultado de uma tese de doutorado, voltada à conservação e inventariação do Geopatrimônio de Pernambuco com ênfase no Litoral Norte, pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. A página eletrônica tem por objetivo chave proporcionar à sociedade, informações a respeito do Geopatrimônio Pernambucano com vieses de divulgação, voltado aos elementos bióticos e abióticos do estado, por meio de trabalhos publicados e em andamento, profissionais envolvidos, rotas, roteiros e mapas. Conceitualmente, a Geodiversidade é compreendida pela soma heterogênea de múltiplos elementos naturais abióticos de um determinado território. Tais elementos, ao formar o geopatrimônio de determinada região necessitam ser inventariados, quantificados, preservados e conservados para essa geração e gerações futuras. Os trabalhos científicos que utilizam essa premissa promovem o território e a discussão torna-se interdisciplinar (envolvendo ciência, educação, aspectos sociais, culturais, históricos e econômicos). Diante desse cenário, o site visa promover essas discussões, como mais uma ferramenta, envolvendo a Geociências, a Geografia e áreas afins de norte a sul e de leste a oeste do estado, facilitando a implantação de políticas públicas que tenham como objetivo o desenvolvimento sustentável da região, sem agressões ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Geociências; Geodiversidade; Geoinformação; Pernambuco; Site.

<sup>1</sup> Doutorando em Geociências pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEOC/CTG/UFPE). Professor Colaborador do Centro Universitário Planalto do Distrito Federal. Recife/PE. E-mail: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br) Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/5425707701516433> Orcid iD: <http://orcid.org/0000-0003-2621-5993>

<sup>2</sup> Doutor em Geociências pela University of Georgia. Professor do Departamento de Geologia Universidade Federal de Pernambuco (PPGEOC/CTG/UFPE). Recife/PE. E-mail: [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br) Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/9480872229631779> Orcid iD: <http://orcid.org/0000-0002-7861-0947>

<sup>3</sup> Doutora em Geociências pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEOC/CTG/UFPE). Professora do Colegiado de Geografia da Universidade de Pernambuco. Petrolina/PE. E-mail: [thais.guimaraes@upa.br](mailto:thais.guimaraes@upa.br) Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/3653630048041115> Orcid iD: <http://orcid.org/0000-0002-2907-3209>

## GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO: SITE DE DIVULGAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Revista Geofronter – Qualis Capes: A4

DOI: <https://doi.org/10.61389/geofronter.v10.8275>

**Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>; Gorki Mariano<sup>2</sup>; Thaís de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>**

**Resumo:** O site Geopatrimônio de Pernambuco foi criado como a iniciativa de divulgar à comunidade científica e ao público em geral, informações voltadas à temática da Geodiversidade, Geoconservação, Geoeducação e do Geoturismo. Trata-se de uma ideia que surgiu como resultado de uma tese de doutorado, voltada à conservação e inventariação do Geopatrimônio de Pernambuco com ênfase no Litoral Norte, pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. A página eletrônica tem por objetivo chave proporcionar à sociedade, informações a respeito do Geopatrimônio Pernambucano com viés de divulgação, voltado aos elementos bióticos e abióticos do estado, por meio de trabalhos publicados e em andamento, profissionais envolvidos, rotas, roteiros e mapas. Conceitualmente, a Geodiversidade é compreendida pela soma heterogênea de múltiplos elementos naturais abióticos de um determinado território. Tais elementos, ao formar o geopatrímônio de determinada região necessitam ser inventariados, quantificados, preservados e conservados para essa geração e gerações futuras. Os trabalhos científicos que utilizam essa premissa promovem o território e a discussão torna-se interdisciplinar (envolvendo ciência, educação, aspectos sociais, culturais, históricos e econômicos). Diante desse cenário, o site visa promover essas discussões, como mais uma ferramenta, envolvendo a Geociências, a Geografia e áreas afins de norte a sul e de leste a oeste do estado, facilitando a implantação de políticas públicas que tenham como objetivo o desenvolvimento sustentável da região, sem agressões ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Geociências, Geodiversidade, Geoinformação, Pernambuco, Site.

**Abstract:** The Pernambuco Geopatrimony website was created as an initiative to disseminate to the scientific community and the general public information focused on the themes of Geodiversity, Geoconservation, Geoeducation and Geotourism. This is an idea that emerged as a result of a doctoral thesis, focused on the conservation and inventory of the Geoheritage of Pernambuco with an emphasis on the North Coast, by the Postgraduate Program in Geosciences at the Federal University of Pernambuco. The electronic page's key objective is to provide society with information about Pernambuco's Geoheritage with means of dissemination, focused on the biotic and abiotic elements of the state, through published and ongoing work, professionals involved, routes, itineraries and maps. Conceptually, Geodiversity is understood as the heterogeneous sum of multiple abiotic natural elements of a given territory. Such elements, when forming the geoheritage of a given region, need to be inventoried, quantified, preserved and conserved for this generation and future generations. Scientific works that use this premise promote the territory and the discussion becomes interdisciplinary (involving science, education, social, cultural, historical and economic aspects). Given this scenario, the website aims to promote these discussions, as another tool, involving Geosciences, Geography and related areas from north to south and east to west of the state, facilitating the implementation

of public policies that aim at sustainable development of the region, without harming the environment.

**Palabras clave:** Geosciences, Geodiversity, Geoinformation, Pernambuco, Site.

**Resumen:** El sitio Geopatrimonio de Pernambuco fue creado como una iniciativa para difundir a la comunidad científica y al público en general información centrada en los temas de Geodiversidad, Geoconservación, Geoeducación y Geoturismo. Esta es una idea que surgió a raíz de una tesis doctoral, centrada en la conservación e inventario del Geopatrimonio de Pernambuco con énfasis en la Costa Norte, del Programa de Postgrado en Geociencias de la Universidad Federal de Pernambuco. La página electrónica tiene como principal objetivo brindar a la sociedad información sobre el Geopatrimonio de Pernambuco con medios de difusión, enfocados en los elementos bióticos y abióticos del estado, a través de trabajos publicados y en curso, profesionales involucrados, rutas, itinerarios y mapas. Conceptualmente, la Geodiversidad se entiende como la suma heterogénea de múltiples elementos naturales abióticos de un territorio determinado. Dichos elementos, al formar el patrimonio geológico de una región determinada, deben ser inventariados, cuantificados, preservados y conservados para esta generación y las generaciones futuras. Los trabajos científicos que utilizan esta premisa promueven el territorio y la discusión se vuelve interdisciplinaria (involucra aspectos científicos, educativos, sociales, culturales, históricos y económicos). Ante este escenario, el sitio web pretende promover estos debates, como una herramienta más, involucrando a las Geociencias, la Geografía y áreas afines de norte a sur y de este a oeste del estado, facilitando la implementación de políticas públicas que apunten al desarrollo sostenible de la región. sin dañar el medio ambiente.

**Palabras clave:** Geociencias, Geodiversidad, Geoinformación, Pernambuco, Sitio.

## **Introdução**

No período que cobre a contemporaneidade, a grande “era da informação” trouxe consigo uma variedade de ferramentas tecnológicas, que tem como um dos objetivos, facilitar a comunicação e a divulgação de alguma informação e/ou produto. No campo de estudo das geociências não foi diferente. As áreas da Geologia, Geografia, Paleontologia, entre outras, aproveitaram-se desse crescimento tecnológico informacional e aprimoraram seus estudos por meio de técnicas, métodos e ferramentas que facilitaram o ensino e aprendizagem.

A internet, principal fruto da era atual, é o condutor chave dos meios de comunicação e entretenimento presentes na vida social, acadêmica e profissional das pessoas. Por meio de alguns cliques, sites específicos e links diretos, o usuário depara-se com uma avalanche de informações e serviços. No mundo acadêmico, o maior exemplo da divulgação e obtenção de informações, usando a internet, dá-se por meio dos sites de periódicos e/ou repositórios institucionais que possuem o objetivo de promover diálogos e publicação de dados científicos.

Conforme Guimarães (2016), sabe-se da importância e da existência de cursos, workshops, feiras de ciências e eventos itinerantes, assim como os museus que se configuram

como importantes instrumentos no processo de aprendizado, contribuindo assim, de forma significativa para a divulgação e popularização das geociências, por exemplo.

No entanto, sobre o novo viés dessa demanda social e tecnológica, os novos recursos - digitais, tecnológicos e virtuais- estão intrinsecamente direcionados a aproximar o público em geral às ciências da terra, por exemplo, contribuindo no sentido de difundir o conhecimento geológico e geomorfológico, às curiosidades territoriais e também promover o(a) ambiente/área de estudo sem sair de casa. Por essa razão, a criação desses espaços tecnológicos e virtuais possibilita a geodivulgação de muitos ambientes geográficos atendendo aos diversos critérios e necessidades.

O Nordeste do Brasil, em específico o estado de Pernambuco, trata-se de um território detentor de uma grande variedade de elementos da biodiversidade e pela geodiversidade, representada no espaço geográfico por uma infinidade de ambientes com múltiplos potenciais geológicos, estratigráficos, paleontológicos, mineralógicos, hidrológicos, hidrográficos e geomorfológicos (GUIMARÃES et al., 2013; GUIMARÃES, 2013; GUIMARÃES, et al., 2015; GUIMARÃES, et al., 2016ab; SANTOS, 2016; TAVARES, et al., 2019; SOUSA, et al., 2019; ARRUDA; GUIMARÃES, 2019; ARRUDA, et al., 2021; ARRUDA, et al., 2022; LIMA, et al., 2023). A busca da compreensão desses elementos resultou em diversos trabalhos científicos que foram publicados em diversas plataformas digitais. Todavia, muito ainda precisa ser feito, levando em consideração o tamanho do território e as informações que estão à disposição da sociedade em sistemas operacionais diversos.

Dentro dessa perspectiva em que se encontra a divulgação e promoção das geociências em pleno século XXI, ferramentas como websites específicos são verdadeiros aliados ao progresso acadêmico e científico. Nesse sentido, a pesquisa em tela justifica-se pela popularização das informações, que vêm crescendo consideravelmente, socialização dos conteúdos geológicos, geomorfológicos e paleontológicos em áreas específicas e exposição de conhecimentos de caráter objetivo, panorâmico e de fácil acesso, além da necessidade de reunir em um único lugar a discussão da temática para facilitar a comunicação, a busca e o entretenimento.

Assim, pensou-se na criação de um site, Geopatrimônio de Pernambuco, com a finalidade de apresentar a comunidade em geral, dados sobre a geodiversidade da região e demais curiosidades sobre a temática norteadora. Sabe-se que a divulgação dessa ferramenta permite que outras propostas com temáticas semelhantes/diferentes sejam criadas e oportunizadas em outros espaços.

A ideia central é reunir todos esses trabalhos catalogados, além de ofertar outros serviços de apoio, em um site que possa promover tais estudos, além de direcionar as temáticas específicas, nesse caso, aos estudos da geodiversidade de Pernambuco. A página ofertada não possui fins lucrativos e seus valores éticos e acadêmicos estão ligados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em específico, aos pontos: ODS4 – Educação de qualidade: a educação deve ser acessível a todos, de modo inclusivo, equitativo e de qualidade. Além disso, deve promover a aprendizagem ao longo da vida; ODS6 – Água limpa e saneamento: o manejo sustentável de água e o saneamento devem ser garantidos a todas as pessoas; ODS7 – Energia limpa e acessível: este objetivo procura garantir, a toda a sociedade, o acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável; ODS8 – Trabalho digno e crescimento econômico: a orientação deste objetivo é promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, além das oportunidades de um emprego pleno e produtivo para todos; e por último, a ODS11 – Cidades e comunidades sustentáveis: as cidades e os assentamentos humanos deverão ser inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis<sup>10</sup>.

A soma dos cinco objetivos mencionados anteriormente permite a existência de três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental. A nova agenda, contemplando esses objetivos mencionados, tem o potencial de definir o desenvolvimento global em um caminho mais equitativo. Diversas são as medidas tomadas com base nesses ODS, com intuito de proteger/conservar os oceanos e os ecossistemas, criar cidades sustentáveis, investir em energia e infraestrutura, reforçar as instituições e estabelecer parcerias ecológicas e de cunho sustentável (IPEA, 2023). Portanto, a página eletrônica mencionada permite agregar tudo isso para que tais medidas influenciem positivamente as gerações atuais e garanta esses elementos as futuras gerações.

Ressalta-se que o estudo ora proposto é de caráter descritivo, cumprindo-se através de revisões bibliográficas e exposição de materiais, bem como, estudo de caso aplicado à temática central da geodiversidade e na junção de pesquisas. A natureza do estudo é de uma pesquisa aplicada que foca diretamente na exposição de conhecimentos de interesse regional/nacional. A abordagem desse estudo é de cunho qualitativo para atender aos objetivos dessa pesquisa.

Assim, a criação do site tem por finalidade aproximar o navegante à área das geociências e seus desdobramentos com a sociedade nos ambientes formais e não formais, apresentando informações relacionadas, discutidas e fomentadas na graduação e pós-graduação, por meio da pesquisa e da extensão, proporcionando a geodivulgação de elementos da geodiversidade e

---

<sup>10</sup> Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acessado dia 16 de janeiro de 2024.

biodiversidade na realidade do estado de Pernambuco, entrelaçadas a um conjunto de teses, dissertações, artigos, capítulos de livros e demais trabalhos científicos publicados nos últimos 15 anos por professores, técnicos, especialistas, pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação.

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo principal a divulgação do site Geopatrimônio de Pernambuco, o primeiro a nível nacional, com intuito de promover a divulgação de informações e reunir um catálogo de trabalhos como iniciativa de suma importância na popularização das geociências, valorização e promoção do território pernambucano por meio da divulgação de pesquisas científicas atreladas a geodiversidade, geoconservação, geoeducação e geoturismo na região. Vale ressaltar que essa página não possui incentivos privados e bem como, as mesmas diretrizes de um periódico/revista de propagandas. A página foi pensada como mais uma ferramenta tecnológica, a servir, como facilitador de conteúdos, ligando trabalhos originários com suas respectivas informações.

## **Materiais e Métodos**

A criação do site é fruto de uma tese de doutorado em andamento, pelo Programa de Pós Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A ideia surgiu mediante diálogos entre orientadores e orientandos no ano de 2022 e foi ao ar para o público, no dia 08 de agosto de 2023 em live no Canal do *YouTube*: Geocomunicando<sup>11</sup>.

A live contou com a participação dos grupos de pesquisa em geodiversidade de Pernambuco da UFPE e Geodiversidade, Paisagem e Patrimônio da Universidade de Pernambuco - professores, pesquisadores, alunos e comunidade em geral. O evento ocorreu como atividade de extensão ofertada pela Rede de Estudos: Geoeducação, Geocomunicação e Sustentabilidade da UPE a toda comunidade acadêmica e demais interessados. A saber, no dia do lançamento, foram coletadas mais de 546 visualizações, 185 inscritos, 4200 impressões no vídeo de transmissão e mais de 280 visitas a página virtual, somente no dia da live.

Para criação do site foi necessário usar a hospedagem da *Turbo Cloud* que permite que o conteúdo publicado do site fique acessível na internet. Para o projeto foi utilizada como plataforma de gerenciamento a *Wordpress* que gerencia e desenvolve conteúdo. Para criação, idealização e construção das páginas visuais foi utilizado o *Elementor Pro* somado à formalização dos *plugins* que permitem a adesão de funções adicionais como *Jet Engine*, *Site*

---

<sup>11</sup> Link de acesso a Live na página do Geocomunicando: <https://www.youtube.com/watch?v=4WzsN-ipDbM>.

*Kit By Google, WebP Express, WP Rocket e WPSHilde Logins*. Para a manipulação de imagens, ícones e fotos foram utilizados o *Figma* e o *PhotShop*.

Todas as licenças para construção do site, as aquisições de vetores, serviços terceirizados e demais ferramentas foram custeadas através da bolsa de doutorado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) ao primeiro autor. Os valores pagos permitem a manutenção da página entre os anos de 2022 a 2024.

Para alimentação da página, foi realizado um vasto levantamento bibliográfico histórico por meio de produções inéditas, pesquisas (artigos) publicadas em periódicos, trabalhos (teses e dissertações) disponíveis em repositórios nacionais, trabalhos de conclusão de curso, documentos e materiais referentes à área temática, envolvendo os descritores: 1) Geodiversidade, 2) Geoconservação, 3) Geoturismo e 4) Geoeducação, com o objetivo de analisar a evolução da temática que envolve geodiversidade dentro de uma escala regional para o estado de Pernambuco. Ressalta-se que a página possui outros pontos específicos, que conversam entre si de forma interdisciplinar, que incluem assuntos voltados à biodiversidade, rotas de turismo, geossítios, geoparques nacionais e internacionais, entre outros.

### **Site – Geopatrimônio de Pernambuco**

Lançado em 2023, o site Geopatrimônio de Pernambuco (Figura 01), disponível em <[www.geopatrimoniope.com.br](http://www.geopatrimoniope.com.br)> é um espaço destinado à geodivulgação de trabalhos e produtos relacionados às temáticas do campo das geociências e áreas afins com base em discussões que versam sobre a Geodiversidade, Geoconservação, Geoturismo, Geoeducação, dentre outros (Quadro 01) na realidade do estado de Pernambuco, aliado ao planejamento, práticas sustentáveis, práticas educativas, paisagens, políticas públicas e ordenamento territorial (Figura 02).

Nos últimos 28 dias (10 de dezembro/2023 a 08 de janeiro/2024) o site <sup>12</sup>contou com 1.100 (um mil e cem) impressões (visitas) distribuídas em diversos países, sendo eles os mais expressivos Brasil (79%), Estados Unidos da América (13%), Alemanha (4%), Portugal (3%) e outros (1%). As principais palavras chaves que levaram o(s) navegante(s) ao site foram: 1) Geodiversidade (500 cliques e 400 impressões); 2) Litoral Sul (200 cliques e 200 impressões); 3) Biodiversidade (150 cliques e 200 impressões); 4) Artigos (150 cliques e 100 impressões); 5) Geopatrimônio (100 cliques e 200 impressões).

---

<sup>12</sup> Informações extraídas do Analytics Site Kit do Google extraídas do próprio site. Acesso dia 16 de janeiro de 2024.

**Figura 01** - Interface principal da página *on-line*.



**Fonte:** [geopatrimoniopernambuco.com.br](http://geopatrimoniopernambuco.com.br). Acessado dia 28 de agosto de 2023.

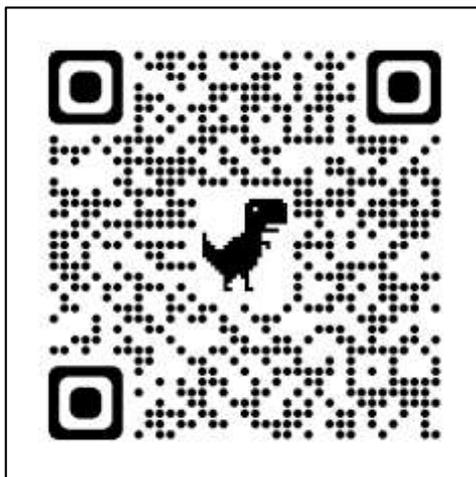
Para direcionar os usuários às temáticas discutidas, a página apresenta uma definição mais didática de cada tema e subtema ao ser clicado no tópico mencionado acima. A conceituação tem por finalidade permitir que o “usuário” compreenda os elementos que são discutidos e apresentados em cada aba do site. A interface é bem diversificada e o navegante poderá sair e entrar a qualquer momento em qualquer tópico e/ou aba.

**Quadro 01** - Definição de conceitos apresentados ao usuário na interface secundária.

Tema	Definição para o usuário
<i>Geodiversidade</i>	Conceito que reúne e qualifica a ampla diversidade ou a variedade de elementos e de processos relacionados aos elementos abióticos (sem vida) da natureza, ou seja, os elementos que não constituem fauna e flora, resultantes de processos exógenos e endógenos. São eles os ambientes geológicos, fenômenos e processos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra (SHARPLES, 2002; GRAY, 2004; GUIMARÃES, 2016; ARRUDA et al., 2023).
<b>SUBTEMAS</b>	
<i>Geossítios</i>	Considerados na literatura como locais bem delimitados geograficamente e que concentram formações geológicas com um grande valor científico, estético, ecológico, turístico, cultural, econômico e educativo. Rochas, fósseis, ou até mesmo o solo podem estar entre as características próprias destes locais e ajudam a contar a história da Terra (JORGE; GUERRA, 2016). Um conjunto de geossítios forma o Geopatrimônio de uma determinada área (ARRUDA, et al., 2023) .
<i>Geomorfossítios</i>	São formas de relevo importantes (REYNARD, 2009), que devem ser conservadas em razão de riscos gerados a partir de ações relativas ao desenvolvimento econômico das sociedades (LIMA, et al., 2023). As formas de relevo são a herança e o resultado de ações evolutivas passadas e do presente, bem como palco das atividades humanas.
<i>Lugar de interesse geológico</i>	Área com fins aos estudos da geologia, notável sob o ponto de vista científico (SANTOS, 2016), didático/educacional ou turístico, seja pela singularidade de suas formações geológicas ou da natureza mineral, dos aspectos pedológicos, seja por seu valor paleontológico, geomorfológico, hidrográfico e entre outros. Arruda et al. (2023) define essas áreas como geoambiente.
<i>Sítio de Geodiversidade</i>	Apresentam elementos da geodiversidade que não possuam tanta relevância científica, mas que se destacam por caráter educativo e outros valores (geomorfológicos, econômicos, turísticos, sociais) (BRILHA, 2016; SANTOS, 2016).

**Fonte:** [geopatrimoniope.com.br](http://geopatrimoniope.com.br).

**Figura 02** - Apresentação do *Qrcode* da página para acesso rápido e direcionado.



Fonte: Autores, 2023

Ressalta-se que o principal objetivo desse site é o de colaborar por meio de publicações de artigos, trabalhos, notícias e outros que foram/são levantadas e publicadas, no auxílio em pesquisas que discutam questões do estado de Pernambuco, especificamente, nas áreas da Geologia, Geomorfologia e áreas afins. A página é bastante ilustrativa e rica em informações. Podendo ser utilizada por profissionais e/ou sociedade em geral (que buscam conhecer mais o território pernambucano).

As metas estabelecidas estão intrinsecamente ligadas à divulgação de trilhas e atividades ecológicas e à promoção dos espaços no quesito da sustentabilidade ambiental e na conservação desses elementos para as futuras gerações. Reforça-se ainda, o compromisso de proporcionar à sociedade informações a respeito do Geopatrimônio Pernambucano. Espera-se divulgar trabalhos publicados, profissionais envolvidos, rotas e roteiros, mapas e demais informações. Todo final de mês é realizado um levantamento para atualização do site e das informações/trabalhos e pesquisas lançadas nos últimos 30 dias.

Para atender ao objetivo geral, a página eletrônica proponha-se a: 1) Desenvolver estratégias de integralização, geoconservação e geoturismo para o território, proporcionando o planejamento e gestão territorial-ambiental; 2) Incentivar a inserção da comunidade nesses ambientes naturais de forma sustentável, promovendo o desenvolvimento da economia local, a valorização histórica e sociocultural por meio da divulgação das atividades/feiras que ocorrem no estado; o de 3) Agregar parceiros (pesquisadores, grupos de estudos e de pesquisas), cidades e instituições na popularização das geociências; e 4) Associação de feições geológicas/geomorfológicas com história e religião e cultura a exemplo da Pedra do

Rodeadouro – Sebastianismo; Cimbres – aparecimento de Maria na parede de granito; Teatro de Fazenda Nova; etc).

Sabe-se que a Geodiversidade é compreendida pela soma heterogênea de múltiplos fatores naturais abióticos de um determinado território, um patrimônio, que precisa ser catalogado, quantificado, inventariado, preservado e conservado para essa geração e gerações futuras (ARRUDA, et al., 2023). Assim, os trabalhos científicos que utilizam essa premissa chave acabam promovendo o território e a discussão torna-se interdisciplinar (envolvendo ciência, educação, aspectos sociais, culturais, históricos e econômicos). Assim, a página visa promover essas discussões, como mais uma ferramenta estratégica, envolvendo a geociências, a geografia e áreas afins de norte a sul e de leste a oeste do estado.

Os elementos da geodiversidade, ao formar o geopatrimônio de determinada região necessitam ser inventariados, quantificados, preservados e conservados para essa geração e gerações futuras. Os trabalhos científicos que utilizam essa premissa promovem o território e a discussão torna-se interdisciplinar (envolvendo ciência, educação, aspectos sociais, culturais, históricos e econômicos).

Nesse sentido, ao analisar as características de uma região, nesse caso o estado de Pernambuco, somado ao turismo que é forte, principalmente nas regiões litorâneas e em algumas partes do interior, compreende-se um território variado em relações naturais e antrópicas, somados a um patrimônio natural de destaque, seja por seus ecossistemas, beleza cênica ou importância científica, relacionado aos valores históricos e culturais.

Apresentando assim, todas as características e possibilidades para que se mantenha o turismo de sol e praia e áreas de interesse da geologia e geomorfologia, ligados aos princípios e pilares do geoturismo e educação ambiental.

O site conta com apoio de dois grupos de pesquisa em geodiversidade, o Geodiversidade de Pernambuco, localizado nas dependências do Centro de Tecnologia e Geociências na Universidade Federal de Pernambuco campus Recife (vinculado ao Departamento de Geologia) e o outro, Geodiversidade, Paisagem e Patrimônio, localizado na Universidade de Pernambuco campus Petrolina (vinculado ao Colegiado de Geografia).

Para além destes grupos, a página recebe outros professores, alunos, pesquisadores e demais colaboradores da região Nordeste do Brasil e internacionais. A intenção é o de mencionar e fornecer, sem tanta burocracia, informações à estudantes, professores e pesquisadores do Brasil e do mundo, materiais, produtos e/ou serviços atrelados aos componentes da Geologia, Geografia e áreas afins na realidade do estado de Pernambuco.

Para que essa iniciativa - de popularizar as geociências de caráter regional - torne-se possível, os grupos de pesquisa mencionados acima são de suma importância para a alimentação de conteúdo no site, pois, os colaboradores de ambos os grupos ficam responsáveis em buscar e reunir dados a serem divulgados na página conforme mencionado anteriormente.

Sobre o site, a página da internet é bastante ilustrativa, interativa e muito didática, onde o público poderá acessar variadas informações e todo o material já produzido com a temática central em sete abas de interação distintas e específicas, sendo elas: 1) Quem somos; 2) Geodiversidade de PE; 3) Geossítios; 4) Geoturismo, 5) Trabalhos e Pesquisas; 6) Geopatrimônio e 7) outros serviços. Cada uma dessas abas mencionadas, possuem chaves peculiares que direcionam o navegante a assuntos gerais e/ou específicos (Figura 03).

**Figura 03** - Apresentação do layout principal da página *on-line*. Contorno em vermelho: Abas específicas com direcionamento rápido; Contorno em amarelo: Link de apoio-direto as plataformas parceiras; e contorno em verde: Instituições parceiras.



**Fonte:** geopatrimoniope.com.br. Acessado dia 29 de agosto de 2023.

O site oferta também a possibilidade de acesso a link específicos e de plataformas parceiras (Instagram: @geopatrimonio.pe, Canal do YouTube: Geopatrimônio - Pernambuco, Twitter: @geopatrimoniope). O objetivo é levar as discussões das geociências aos principais meios de comunicação e entretenimento da internet.

No tópico <Quem somos> são apresentadas as principais referências de base da página. Nele consta os objetivos e metas, as discussões que envolvem a temática das geociências focado em Geodiversidade (geossítios, geomorfossítios, lugares de interesse geológico e sítios de geodiversidade), Geoconservação, Geoturismo, Geoeducação, ordenamento territorial e planejamento ambiental (Quadro 02) criadas de forma didática para que qualquer pessoa compreenda os conceitos apresentados.

**Quadro 02 - Definição dos subtemas ligados a Geodiversidade.**

<b>Subtemas</b>	<b>Definição para o usuário</b>
<i>Geoconservação</i>	Conceitua que toda e qualquer ação conservacionista empreendida no sentido de conservar/preservar e de defender a tese da geodiversidade nos ambientes de interesse da Geologia e áreas afins (SHARPLES, 2002).
<i>Geoturismo</i>	Definido como uma forma de turismo sustentável (NASCIMENTO et al., 2008), que objetiva a valorização e a conservação da geodiversidade ou geoconservação em qualquer ambiente de interesse. O geoturismo é um forte aliado no desenvolvimento de práticas sustentáveis, ordenamento territorial e planejamento ambiental (GUIMARÃES et al., 2017; ARRUDA, et al., 2022).
<i>Geoeducação</i>	Definido como um ramo científico que propõe, a partir dos objetivos, princípios, conceitos e metodologias da Educação Ambiental com viés da sustentabilidade e da conservação (MOURA-FÉ et al., 2017), se consolidar como uma das estratégias da geoconservação de ambientes com interesses da Geodiversidade. Seu desenvolvimento teórico tem sido realizado em paralelo com a proposição de formas de aplicação de materiais e produtos que possibilitem a popularização das geociências em ambientes formais e não formais ((MOURA-FÉ et al., 2016; GUIMARÃES, 2016).
<i>Ordenamento Territorial (OT)</i>	Define a forma (sugestão) de ocupar o território e de organizar o seu funcionamento, delineando o desenho da cidade, pela constituição de bairros, quarteirões, edifícios, espaços públicos de vivência de lazer e vias de circulação. Esse ordenamento deve obedecer às regras estabelecidas no Plano Diretor Municipal e em leis municipais, como por exemplo as leis de parcelamento e de uso e ocupação do solo, e garantir a distribuição equilibrada da população e das atividades que ocorrem na cidade, evitando distorções do crescimento urbano desordenado e seus efeitos negativos. Na Geodiversidade, o OT possibilitará por meio do geoturismo, estudos, análises, processos e execução de meios a garantir o desenvolvimento econômico da região por meio do turismo atrelado a práticas sustentáveis (GUIMARÃES, 2016).
<i>Planejamentos Ambientais</i>	Definido para subsidiar o planejamento ambiental e o ordenamento territorial, especialmente em áreas densamente ocupadas, e a Geodiversidade, componente essencial da diversidade natural, precisa estar ligada a esses estudos (GUIMARÃES, 2016). Na literatura, planejamento ambiental, associa-se diretamente com o conjunto de ações adequadas à potencialidade, à vocação e à capacidade de suporte de uma determinada região, visando um desenvolvimento harmônico e a manutenção da qualidade dos meios social, físico e biológico (SANTOS, 2004) garantido todos os elementos as futuras gerações.

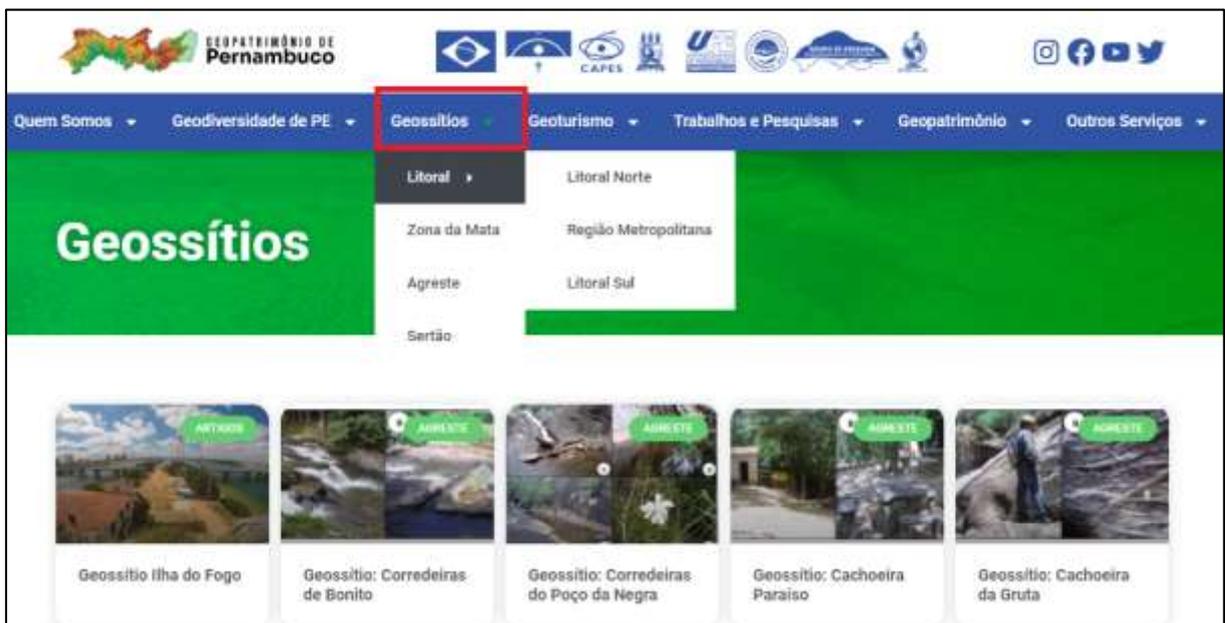
**Fonte:** [geopatrimoniope.com.br](http://geopatrimoniope.com.br).

Ainda no tópico <Quem somos> é possível conhecer os “professores envolvidos” na criação e difusão do site, os “pesquisadores” engajados na manutenção do site, as “universidades” envolvidas, os “grupos de estudos e pesquisas” envolvidos com a discussão norteadora, os “profissionais Had/core” que trabalham com o viés de forma autônoma, as “cidades parceiras” (tópico ainda em construção), “documentos pertinentes” e “editais”.

No tópico <Geodiversidade de PE> consta as informações referentes a geologia, geomorfologia, aspectos climáticos, aspectos pedológicos, mineralogia, arqueologia, paleontologia, biodiversidade e curiosidades pertinentes a promoção do território de Pernambuco. Boa parte dos dados publicados nesses 10 eixos foram retirados do livro Geodiversidade de Pernambuco proposto por Torres e Pfaltzgraff (2014). Espera-se que esse tópico seja preenchido de forma mais detalhada, através de parcerias que estarão sendo fechadas com pesquisadores da região (no decorrer do ano de 2024).

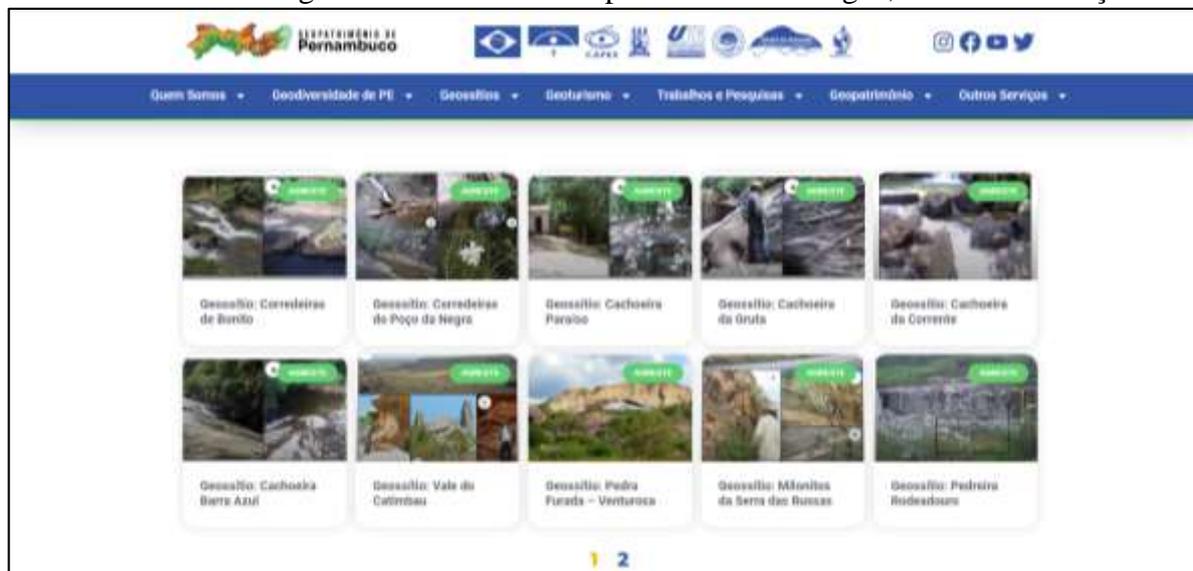
Tratando de um dos pontos chaves do site, a identificação e apresentação dos geossítios catalogados no estado, o tópico <Geossítios> divide-se em "quatro sub-regiões", levando em consideração as peculiaridades naturais e sociais (Figura 04). Com exceção do eixo Zona da Mata, todos os outros possuem geossítios inventariados (Figura 05), catalogados e geodivulgados (em artigos, teses e dissertações) com propostas de geoconservação ligadas às práticas sustentáveis e ao geoturismo. Os geossítios publicados foram retirados de pesquisas acadêmicas publicadas nos últimos anos.

**Figura 04** - Layout com a subdivisão (em vermelho) de geossítios inventariados por sub-região na realidade do estado de Pernambuco.



Fonte: geopatrimoniope.com.br. Acessado dia 30 de agosto de 2023.

**Figura 05** - Exemplo de interface sobre os geossítios. Na figura abaixo, geossítios inventariados no Agreste Pernambucano e publicados em artigos, teses e dissertações.



Fonte: geopatrimoniope.com.br. Acessado dia 30 de agosto de 2023.

Levando em consideração a extensão territorial do estado e suas especificidades, têm-se catalogados mais de 70 geossítios no Banco de Dados da CPRM<sup>13</sup>, além dos que foram inventariados e propostos em teses e dissertações e que ainda estão em análise para divulgação na página citada acima. Ressalta-se a existência da International Commission on Geoheritage<sup>14</sup> – IUGS, site para designação de Geossítios pela IUGS. A saber, no Brasil só o Pão de Açúcar no Rio de Janeiro, o Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais e o Domo de Araguainha estão catalogados e inseridos na página. O fator determinante é a relevância internacional no aspecto geológico.

Na realidade do estado, pode-se usar como exemplo, na região do litoral, o geossítio Ilha vulcânica de Santo Aleixo (Figura 06) localizado no município de Sirinhaém (Litoral Sul) a cerca de 40 km de Recife/PE. É definido como um geossítio de dimensão área (pela quantidade de elementos geológicos e geomorfológicos aflorantes na paisagem) (GUIMARÃES, 2016).

<sup>13</sup> Link para consulta dos geossítios catalogados no estado de Pernambuco: <https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios>.

<sup>14</sup> Link para acesso: <https://iugs-geoheritage.org/>

**Figura 06** – Delimitação da Ilha de Santo Aleixo e vista panorâmica da praia.



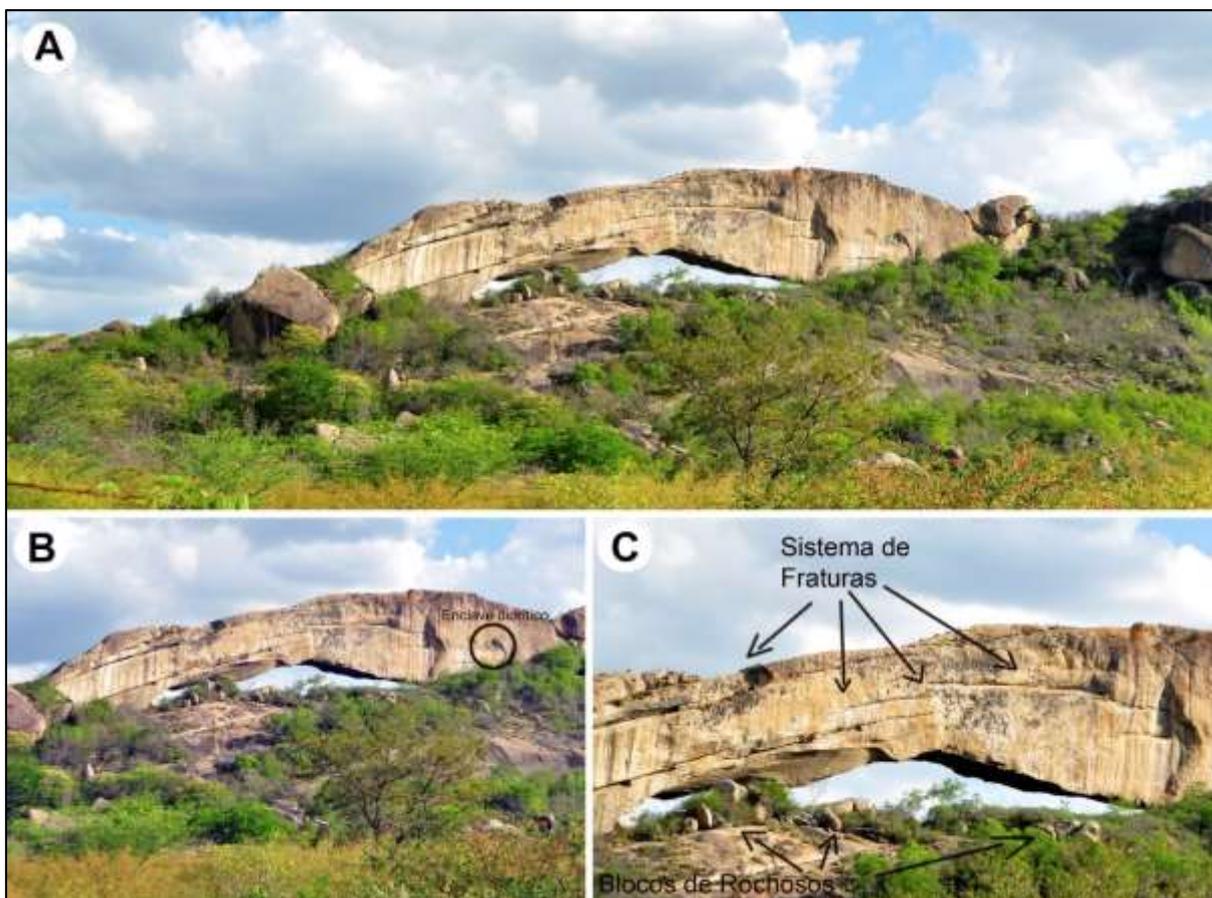
**Fonte:** Adaptado do Google Earth Pro e Thaís Guimarães (2016)

Esse geossítio é composto essencialmente por riolitos de textura afanítica, exibindo cristais de quartzos e raros cristais de opacos e biotita de textura muito fina. Têm-se ainda na área estruturas fluidais, entre elas acamamento encurvado, dobras, bem como estruturas lineares. Sugere-se na literatura que a idade, pelo método do argônio  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , é de 100 milhões de anos (Nascimento et al., 2012).

De acordo com Guimarães (2016), a Ilha de Santo Aleixo, além de ter importante registro do vulcanismo cretáceo na região, possui uma beleza cênica de destaque e pode ser um importante “produto da geodiversidade” para o geoturismo e para atividades educativas.

Como mencionado anteriormente, a Zona da Mata ainda não possui nenhuma área de interesse da geodiversidade analisada/publicada. Na porção do Agreste temos, por exemplo, publicado no site, o geossítio Parque da Pedra Furada (Figura 07) localizado no município de Venturosa, há aproximadamente 249 km da capital do Estado – Recife. Do ponto de vista geológico o Parque está inserido na Província da Borborema (ALMEIDA et al, 1997).

**Figura 07** – Vista do Parque da Pedra Furada. A – Arco granítico; B – É possível observar um mega enclave diorítico; C - Sistema de fraturas no granito.



**Fonte:** Thaís Guimarães (2017)

A área está sobre um grande afloramento granítico, o batólito Alagoinhas, de granulação grossa, porfirítica contendo a ocorrência de enclaves dioríticos (MARIANO, et al., 2012; 2013). O afloramento expõe uma feição geomorfológica rara, resultando em um arco granítico inédito que se tem conhecimento na literatura. Na página eletrônica, o mesmo encontra-se inserido no tópico <Geossítios> na aba “Agreste”. Na publicação, é possível identificarmos algumas fotos e uma explicação científica, além de trabalhos que já foram publicados.

Na aba “Sertão” encontramos o geossítio Ilha de Fogo (Figura 08) que está inserido no Rio São Francisco, entre os municípios de Petrolina e Juazeiro. Geologicamente, a ilha é composta por rochas do embasamento cristalino pertencentes ao complexo Sobradinho-Remanso, de idade arqueana. De acordo com Gama et al. (2021), a ilha é sem dúvidas um destino de lazer de muitos moradores entre Petrolina/PE e Juazeiro/BA, e mesmo sem infraestrutura e estratégias de conservação efetivas, são desenvolvidas diversas atividades de esporte, lazer e recreação, que vão do banho de rio à natação em águas abertas, partidas de frescobol, passeios de caiaque nos arredores da ilha, entre outros.

**Figura 08-** Vista a partir do afloramento rochoso, conhecido localmente como Mirante do Cruzeiro (entre Petrolina e Juazeiro).



Fonte: Santos et al. (2021)

Pensando na promoção do território, foi desenvolvida a apresentação do tópico <Geoturismo> com eixos ligados às propostas criadas no território pernambucano, apresentação dos roteiros que já foram criados e divulgados, sugestões de trilhas, cultura, restaurantes com pegada nas comidas tradicionais ligadas à história do local, identidade social e cultural, sugestões de jogos, arquivos ligados ao geoturismo, sugestão de guias e agências parceiros além da sugestão de passeios.

Esse tópico está em fase de expansão, visto que para seu preenchimento é necessário criar, dialogar e proporcionar meios eficientes para ajudar os leitores e demais interessados. A exemplo, quando sugerimos empresas e guias para ajudar turistas. É preciso certa atenção e cuidado ao direcionar os interessados a empresas X e/ou Y, pois não nos responsabilizamos por quaisquer danos que ambos venham a sofrer. Visto que o site é uma página meramente informacional e de cunho científico, educacional e social.

É nesse tópico que será publicado por exemplo na aba “Cultura” a gastronomia, a história, as igrejas, o que visitar de muitos pontos do Estado. Ainda nesse tópico, será divulgado jogos virtuais, jogos de mesa (para *download*), fotos panorâmicas e outros.

A parte mais extensa do site está no tópico <Trabalhos e Pesquisas>, só ele reúne mais de 80 trabalhos publicados e que já foram catalogados na página. Na aba é disponibilizado um estudo direcionado somente a “artigos”, “teses”, “dissertações”, “capítulos de livros”, “trabalhos completos em eventos e/ou congressos”, “resumos”, “*workshops*”, “mesas de debate”, “oficinas”, “palestras”, “educação”, “projetos de extensão”, “projetos de pesquisa” e “fichas de inventário”.

Os trabalhos catalogados baseiam-se na temática central e estão ligados diretamente ao território de Pernambuco, envolvendo a discussão da Geodiversidade, e que cada um recorre às especificidades do ambiente, agregando contribuições acerca da geoconservação, do geoturismo, da geoeducação e/ou geocomunicação, proporcionando a divulgação das geociências e a promoção do Geopatrimônio Pernambucano. No catálogo de teses, encontra-se o trabalho de tese de Guimarães (2016) que foi o primeiro trabalho do Brasil a receber o Selo Cátedra da Unesco. Esse mesmo trabalho recebeu menção honrosa no Prêmio CAPES de Tese - Edição 2017, considerando as melhores teses de doutorado defendidas em 2016.

Ressalta-se a necessidade e importância de levar tais conhecimentos científicos aos ambientes formais e não formais. Uma vez que todos precisam entender a necessidade de conservação desses elementos às futuras gerações. A página foi pensada para que qualquer usuário, seja ele da academia e/ou turista, obtenha informações sobre os espaços de interesse da Geodiversidade, visando a promoção e popularização das geociências.

Pensando de forma interdisciplinar, referente às discussões que envolvam a premissa chave desse trabalho foram incluídos no tópico <Geopatrimônio> os eixos Geopatrimônio do Nordeste, Geopatrimônio do Brasil, *Geoheritage* e Geoparques. O foco está centrado em discussões e parcerias afim de promover os conceitos e temas, além da apropriação dos novos estudos e resultados a nível: local, regional, nacional e internacional.

Por último, o tópico <Outros serviços> visa estabelecer relações com os usuários, permitindo que os mesmos possam entrar em contato conosco para sugerir ideias, informações, elogios e reclamações. Nesse ponto, encontra-se também o eixo notícias que está ligado a todos os outros tópicos e eixos, visando uma divulgação centralizada no layout principal do site.

### **Considerações finais**

A criação do site torna-se uma ferramenta a mais para a popularização e divulgação das geociências com ênfase na geodiversidade e suas abordagens (geoturismo, geoconservação, geoeducação) além de valorizar os estudos na região e incentivar outras pesquisas. O site de forma geral poderá propor/possuir diversas outras aplicações didático-pedagógicas, científicas

e/ou culturais. No entanto, a premissa chave está na divulgação de dados, pesquisas, informações e conteúdos que tratem diretamente da geodiversidade de todo o estado de Pernambuco.

A página conta com o apoio de diversas instituições, professores e pesquisadores. Ressalta-se que o site não tem fins lucrativos e a premissa principal é a divulgação da geodiversidade de Pernambuco e a promoção do território. O conteúdo ofertado é de fácil compreensão e pode ser usado/replicado por qualquer outra instituição.

Estima-se que, com a criação desse espaço virtual a disseminação, veiculação e o conhecimento das Geociências cresçam não só nos espaços formais, mas também de forma extensiva, nos ambientes escolares, nos espaços não formais, entre outros, por meio da promoção da diversidade das paisagens pernambucanas atreladas aos elementos abióticos e a qualquer público que tenha conhecimento dele. O site está aberto para receber contribuições de quaisquer entidades, instituições e/ou público em geral.

Os grupos de pesquisas envolvidos estão trabalhando incansavelmente para que seja ofertado um panorama de dados envolvendo toda a geodiversidade do estado de Pernambuco e que mais pesquisadores, estudantes e instituições tornem-se parceiros na popularização das geociências.

O site promete de forma interativa e bastante dinâmica um mergulho do litoral ao Sertão pernambucano com divulgação de roteiros específicos, fotos exclusivas, notícias e muitos outros pontos específicos. Estima-se que todos os trabalhos disponíveis até a presente data nas plataformas específicas, periódicos nacionais e internacionais estejam disponíveis até o fim de julho/2024.

### **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.

### **Referências**

ALMEIDA, F. F. M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste. p. 363-391. 1977.

ARRUDA, I. R. P., LIMA, R. G., LISTO, D. G. S., MARIANO, G., GUIMARÃES, T. O. 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, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-204675>.

ARRUDA, I. R. P., MARIANO, G., GUIMARÃES, T. O. 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. Análise Superficial da Cabeceira de Drenagem na Vila Maria no Município de Garanhuns – Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(3), 1815-1827, 2021. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1815-1827>.

ARRUDA, I. R. P., GUIMARÃES, T. O. O Uso do software Microdem como ferramenta para o ensino de Geografia Física. *Revista Ensino de Geografia (Recife)* V. 2, No . 3, 2019. doi: <https://doi.org/10.51359/2594-9616.2019.242761>.

BRILHA, J. B. R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, v. 8, n. 22, p. 119-134, 2016.

GAMA, E. S.; GUIMARAES, T. O.; LYRA, L. H. B. Potencial geoturístico das ilhas fluviais do submédio São Francisco. *Estudos geológicos (UFPE)*, v. 31, p. 87-108, 2021.

GRAY, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

GUIMARÃES, T. O. 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, 2016.

GUIMARÃES, T.O., MARIANO, G., SÁ, A.A. Beachrocks of Southern Coastal Zone of the State of Pernambuco (Northeastern Brazil): Geological Resistance with History. *Geoheritage*, 2016a. doi:10.1007/s12371-016-0181-4.

GUIMARÃES, T. O.; MARIANO, G.; SÁ, A. A. Roteiros Geoturísticos no Litoral Sul de Pernambuco. *Estudos geológicos*. Vol 26(3) Especial, 2016b.

GUIMARÃES, T.O., MARIANO, G., SÁ, A.A. Gaibu Mud Bath (Santo Agostinho Cape, Pernambuco, NE Brazil): geological heritage and healthy lifestyles. In: 13th European Geoparks Conference, At Rokua - Finland, Volume: Book of Abstracts - Responsible Use of Natural and Cultural Heritage, 2015.

GUIMARÃES, T. O., MARIANO, G.; SÁ, A. A. 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, província de Neuquén, República Argentina. 2013.

GUIMARÃES, T. O. Geoconservação: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFPE. 154 p. Recife/PE – Brasil, 2013.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Ipea; IBGE, 2014.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos. Espaço Aberto, Rio de Janeiro, v. 6, n.1, p. 151-174, 2016.

LIMA, G. R. de .; LISTO, D. G. da S. .; GUIMARÃES, T. de O. .; ARRUDA, Ítalo R. P. de . Inventário do potencial científico das marmitas (weathering pits) no distrito de Fazenda Nova, Pernambuco, Nordeste do Brasil. Geologia USP. Série Científica, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 181-190, 2023. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v23-204661. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspssc/article/view/219705>. Acesso em: 16 jan. 2024.

MARIANO, G.; CORREIA, P. B.; FERREIRA, R. V.; ACCIOLY, A. C. A. Pedra Furada de Venturosa, PE: Raro arco granítico com enclaves dioríticos. In Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Vol. III – P. 113-124. 2013.

MARIANO, G.; GUIMARÃES, T. O. CORREIA, P. B. Inventariação e quantificação do geossítio: arco granítico – Parque da Pedra Furada - Venturosa/PE. In Estudos Geológicos v. 22(2). P. 63-76. 2012.

MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org). Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017a, p. 3054-3065.

MOURA-FÉ, M. M.; PINHEIRO, M. V. A.; JACÓ, D. M.; OLIVEIRA, B. A. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. In: SEABRA, G. (Org.) Educação Ambiental & Biogeografia. 1 ed. Ituiutaba-SP: Barlavento, 2016, v. II, p. 829-842.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U.A.; MANTESSO-NETO, V. Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

REYNARD, E. Geomorphosites: definitions and characteristics. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G.(eds.). Geomorphosites.München: Pfeil, 2009. p. 9-20.

SANTOS, E. M. 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, 2016.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SHARPLES, C. Concepts and Principles of Geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002.

SOUSA, S. G., SANTOS, L.F.L., SILVA, V.T., ARRUDA, I.R.P., LISTO, D.G.S. Análise geomorfológica do município de Quipapá - zona da mata de Pernambuco. Revista Equador (UFPI), 8, 436-448, 2019. doi: <https://doi.org/10.26694/equador.v8i2.9262>.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, Í. R. P.; SILVA, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. Geosul, Florianópolis, 34, 385-405, 2019. doi: <https://doi.org/10.5007/21775230.2019v34n70p385>.

TORRES, F.M.S., PFALTZGRAFF, P.A.S. Geodiversidade do Estado de Pernambuco. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

## CAPÍTULO 09 – ARTIGO: GOOGLE EARTH COMO FERRAMENTA DE APOIO NO ENSINO DA GEODIVERSIDADE EM AULAS DE GEOGRAFIA, NA EDUCAÇÃO BÁSICA

NÚMERO ESPECIAL: EDUCAÇÃO, ESPAÇO E AMBIENTE:  
ABORDAGENS PLURAIS



### GOOGLE EARTH COMO FERRAMENTA DE APOIO NO ENSINO DA GEODIVERSIDADE EM AULAS DE GEOGRAFIA, NA EDUCAÇÃO BÁSICA

*GOOGLE EARTH AS A SUPPORT TOOL IN TEACHING GEODIVERSITY IN GEOGRAPHY CLASSES IN BASIC EDUCATION*

*GOOGLE EARTH COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN LA ENSEÑANZA DE LA GEODIVERSIDAD EN LAS CLASES DE GEOGRAFÍA, EN LA EDUCACIÓN BÁSICA*

**Italo Rodrigo Paulino de Arruda**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
italo.arruda@ufpe.br

**Gorki Mariano**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
gorki.mariano@ufpe.br

**Thais de Oliveira Guimarães**

Universidade de Pernambuco (UPE)  
thais.guimaraes@upe.br

**Danielle Gomes da Silva Listo**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
danielle.listo@ufpe.br

#### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um *software* gratuito, como ferramenta de apoio educacional no ensino da Geografia, no Ensino Fundamental. Este *software* proporciona uma abordagem lúdica e didática para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, alinhado com as competências específicas da Base Nacional Comum Curricular e do Currículo de Pernambuco, além de estar em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O estudo incluiu um amplo levantamento bibliográfico que explorou a integração das geotecnologias na educação básica. O *Google Earth* foi identificado como um recurso acessível e de fácil manuseio, com relevância para o ensino e aprendizagem, pois permite que os alunos realizem análises espaciais do ambiente geográfico associado aos elementos da geodiversidade de forma virtual. Apresenta-se como uma ferramenta viável em sala de aula, uma vez que, por meio dele é possível obter o perfil topográfico na compreensão das unidades morfoestruturais da paisagem, modelagens tridimensionais, acesso às imagens de satélites, criação de polígonos para delimitação e até mesmo categorização de uma trilha virtual. Em síntese, esse aparato pode contribuir de forma significativa através do viés da ludicidade, também de forma científica, mediante os conhecimentos teóricos e ao ensino da geodiversidade de um ambiente pré-definido, nesse caso os geossítios. É importante frisar que sua utilização permite colher resultados muito satisfatórios no estímulo e na aprendizagem por parte do discente, além de transformar a sala de aula em um ambiente interativo e que corrobora com o fomento do protagonismo juvenil.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de geografia; geotecnologias; Pernambuco.

#### ABSTRACT

This study aims to present a free software as an educational support tool in Geography teaching at the Elementary School level. This software provides a playful and didactic approach to assist in the teaching and learning process, aligned with the specific competencies of the National Common Core Curriculum and the Pernambuco Curriculum, as well as in line with the Sustainable Development Goals. The study included an extensive literature review exploring the integration of geotechnologies in basic education. Google Earth was identified as an accessible and user-friendly resource, relevant for teaching and learning, as it allows students to perform spatial analyses of the geographical environment associated with elements of geodiversity in a virtual manner. It presents itself as a viable classroom tool, enabling topographic profile understanding of morphostructural units of the landscape, three-dimensional modeling,

## Google Earth como ferramenta de apoio no ensino da geodiversidade em aulas de Geografia, na Educação Básica

Revista Geoconexões – Qualis Capes: A3

DOI: <https://doi.org/10.15628/geoconexes.2024.17039>

**Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>; Gorki Mariano<sup>2</sup>; Thaís de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>;  
Danielle Gomes da Silva Listo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Doutorando em Geociências, Mestre em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. Email: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2621-5993>

<sup>2</sup> Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. Email: [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7861-0947>

<sup>3</sup> Doutora em Geociências, Universidade de Pernambuco, Colegiado de Geografia, Petrolina/PE, Brasil. Email: [thais.guimaraes@upe.br](mailto:thais.guimaraes@upe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2907-3209>

<sup>4</sup> Doutora em Geografia, Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife/PE, Brasil. Email: [danielle.listo@ufpe.br](mailto:danielle.listo@ufpe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9391-1211>

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um *software* gratuito, como ferramenta de apoio educacional no ensino da Geografia, no Ensino Fundamental. Este *software* proporciona uma abordagem lúdica e didática para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, alinhado com as competências específicas da Base Nacional Comum Curricular e do Currículo de Pernambuco, além de estar em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O estudo incluiu um amplo levantamento bibliográfico que explorou a integração das geotecnologias na educação básica. O *Google Earth* foi identificado como um recurso acessível e de fácil manuseio, com relevância para o ensino e aprendizagem, pois permite que os alunos realizem análises espaciais do ambiente geográfico associado aos elementos da geodiversidade de forma virtual. Apresenta-se como uma ferramenta viável em sala de aula, uma vez que, por meio dele é possível obter o perfil topográfico na compreensão das unidades morfoestruturais da paisagem, modelagens tridimensionais, acesso às imagens de satélites, criação de polígonos para delimitação e até mesmo categorização de uma trilha virtual. Em síntese, esse aparato pode contribuir de forma significativa através do viés da ludicidade, também de forma científica, mediante os conhecimentos teóricos e ao ensino da geodiversidade de um ambiente pré-definido, nesse caso os geossítios. É importante frisar que sua utilização permite colher resultados muito satisfatórios no estímulo e na aprendizagem por parte do discente, além de transformar a sala de aula em um ambiente interativo e que corrobora com o fomento do protagonismo juvenil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Geografia; Geotecnologias; Pernambuco.

## **ABSTRACT**

This study aims to present a free software as an educational support tool in Geography teaching at the Elementary School level. This software provides a playful and didactic approach to assist in the teaching and learning process, aligned with the specific competencies of the National Common Core Curriculum and the Pernambuco Curriculum, as well as in line with the Sustainable Development Goals. The study included an extensive literature review exploring the integration of geotechnologies in basic education. Google Earth was identified as an accessible and user-friendly resource, relevant for teaching and learning, as it allows students to perform spatial analyses of the geographical environment associated with elements of geodiversity in a virtual manner. It presents itself as a viable classroom tool, enabling topographic profile understanding of morphostructural units of the landscape, three-dimensional modeling, access to satellite images, creation of polygons for delimitation, and even categorization of a virtual trail. In summary, this tool can significantly contribute through ludic and scientific perspectives, leveraging theoretical knowledge and teaching geodiversity within a predefined environment, such as geosites. It is noteworthy that its use can yield highly satisfactory results in stimulating and fostering student learning, transforming the classroom into an interactive environment that promotes youth empowerment.

**KEYWORDS:** Teaching Geography; Geotechnologies; Pernambuco.

## **RESUMEN**

El presente estudio tiene como objetivo presentar un software gratuito como herramienta de apoyo educativo en la enseñanza de la Geografía en la Educación Básica. Este software proporciona un enfoque lúdico y didáctico para ayudar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, alineado con las competencias específicas del Currículo Nacional Común y del Currículo de Pernambuco, además de estar en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El estudio incluyó una amplia revisión bibliográfica que exploró la integración de las geotecnologías en la educación básica. Google Earth fue identificado como un recurso accesible y fácil de usar, relevante para la enseñanza y el aprendizaje, ya que permite a los estudiantes realizar análisis espaciales del entorno geográfico asociado a elementos de geodiversidad de manera virtual. Se presenta como una herramienta viable en el aula, permitiendo comprender perfiles topográficos de unidades morfoestructurales del paisaje, modelados tridimensionales, acceso a imágenes de satélite, creación de polígonos para delimitación e incluso categorización de una ruta virtual. En resumen, esta herramienta puede contribuir de manera significativa a través de la ludicidad, así como de manera científica, aprovechando los conocimientos teóricos y la enseñanza de la geodiversidad dentro de un entorno predefinido, como los geositos. Es importante destacar que su uso puede obtener resultados muy satisfactorios en el estímulo y aprendizaje del estudiante, transformando el aula en un entorno interactivo que promueve el empoderamiento juvenil.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de Geografía; Geotecnologías; Pernambuco.

## **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no número de pesquisas nas geociências e áreas correlatas. Tal fato tem sido impulsionado pela crescente utilização de ferramentas

geotecnológicas, permitindo a criação de mapas mais detalhados e a identificação precisa das mudanças e transformações no espaço geográfico. Além disso, esse material tem facilitado a análise e a avaliação dos processos erosivos e de outros fenômenos geográficos/geológicos. Muitos métodos estão sendo modernizados e aperfeiçoados diariamente, beneficiando toda a comunidade científica e tornando-se reflexo para diversas outras possibilidades de aplicação, como é o caso do contexto escolar.

A Geografia, especialmente a Geografia Física, área pertencente ao contexto acadêmico/científico e escolar, detém-se a compreender todas essas manifestações naturais no espaço geográfico, com ou sem a relação antrópica. Por ser uma ciência complexa e multidisciplinar, Ab'Saber (2003) destaca que a geografia física é fundamental para compreender as dinâmicas naturais do planeta e suas interações com as atividades humanas, contribuindo para uma visão integrada e crítica do ambiente natural. Destarte, os recursos geotecnológicos possibilitaram um olhar diferenciado na compreensão dessa dinâmica e agregaram diversas informações sem que precisasse existir deslocamento físico. É importante destacar que essa ferramenta não substitui uma aula de campo. O trabalho de campo é o principal laboratório de um geógrafo e dos seus alunos na exploração, identificação e compreensão da paisagem.

No contexto educacional, o uso das geotecnologias é crucial para complementar os conteúdos curriculares de Geografia previstos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) e no Currículo de Pernambuco: Ensino Fundamental (Pernambuco, 2021), especialmente para as turmas do 6º ao 9º ano (anos finais). A integração das geotecnologias está intrinsecamente ligada ao ensino de Geografia, enriquecendo a compreensão dos alunos e proporcionando uma abordagem mais prática e interativa dos temas geográficos.

Assim, é importante enfatizar que o aluno deve ser capaz de reconhecer e interpretar a dinâmica do meio natural e como os elementos físico naturais se estabelecem de forma sistêmica. De modo geral, esses elementos são classificados como bióticos (os que possuem vida e pertencem à biodiversidade) e abióticos (os que não possuem vida e estão relacionados à geodiversidade). No caso particular deste estudo, ressaltamos a importância das geotecnologias nas análises da geodiversidade, principalmente em áreas com valores superlativos, os geossítios, no litoral do estado de Pernambuco, localizado na região Nordeste do Brasil.

De forma a analisar e compreender essas relações existentes no espaço geográfico e levar a discussão para a sala de aula, apresenta-se um *software* gratuito, de fácil compreensão e manuseio, que pode ser utilizado no ambiente escolar, seja nos laboratórios de informática ou nos computadores escolares, e posteriormente exposto através do uso do projetor multimídia (se possível), possibilitando a compreensão dos conteúdos curriculares ligados aos estudos dos elementos físicos-naturais do espaço geográfico. A prática e o uso dessas ferramentas devem ser considerados e orientados sempre que possível. Para isso, é necessário que os professores, por meio de formações e capacitações oferecidas pelo governo, atualizem-se e aprimorem suas habilidades, visando a promoção de uma educação de qualidade e equitativa. Tais orientações estão alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) e pelo Pacto Global (IPEA, 2014).

Por conseguinte, com esta pesquisa, pretende-se incentivar a aplicação de uma ferramenta geotecnológica, entendendo-a como grande aliada no processo de ensino e aprendizagem, e primordialmente, na implacável luta pela construção do conhecimento com auxílio de métodos que favoreçam um aprendizado contextualizado e significativo. Para isso, a ludicidade é um elemento chave e norteador de práticas educativas eficazes e que promovem o protagonismo dos estudantes de forma profícua.

Como instrumento tecnológico de apoio ao ensino das temáticas físico-naturais na sala de aula, considerou-se o *software* de aplicativo *Google Earth* como de grande importância, pois ele permite importar e exportar dados de Sistema de Informação Geográfica (SIG) de qualquer ambiente continental, permitindo visualizar a dinâmica geográfica do passado através de imagens históricas e de diversos aspectos ambientais. É válido mencionar também, que suas funcionalidades e ferramentas estendem-se a diversos campos de estudo, principalmente na identificação de bacias sedimentares, estruturas geológicas como falhas e dobras e o avanço no uso e ocupação da terra nos últimos anos. É possível também a criação de perfis topográficos, análise das formas do relevo, identificação dos tipos de rios e formações das ilhas fluviais. A junção de todas essas facilidades (e de outras dentro de uma única ferramenta) permite que o discente tenha uma visão ampla do espaço geográfico e aprenda a pensá-la integralmente.

Na contemporaneidade, com o crescente número de laboratórios de informática nas escolas sendo revitalizados, a disponibilidade de tablets, computadores portáteis e de redes móveis acessíveis, ampliou de forma propensa, o acesso a essas tecnologias por parte dos estudantes. Assim, o uso do *software* de aplicativo mencionado acima é de grande importância no aprendizado das geociências e torna-se instrumento chave no aprimoramento de conhecimentos nessa área.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de estudos envolvendo geotecnologias, eixos norteadores de ensino e aprendizagem no ensino da Geografia, no intuito de levar para a sala de aula novos meios de conhecimento e a compreensão dos conteúdos curriculares, fortalecendo o protagonismo docente e a autonomia discente com auxílio de ferramentas tecnológicas plenamente acessíveis.

Dessa maneira, pensando na análise da paisagem somada ao uso das geotecnologias o presente trabalho tem por objetivo apresentar um *software* de aplicativo gratuito, o *Google Earth*, cuja finalidade é facilitar a compreensão dos aprendizes sobre os conteúdos de geografia, em específico os da geodiversidade, no que concerne aos elementos físicos-naturais previstos nos documentos norteadores. Utilizou-se como exemplo, dentro de uma escala regional, os geossítios inventariados e catalogados no litoral de Pernambuco, afim de aproximar os conteúdos curriculares ao contexto geológico/geomorfológico local.

## 2. REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 Normativas Educacionais - Ensino da Geografia nos Anos Finais do Ensino Fundamental

Conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de nº 9.394 de 1996, é de suma importância que dentro dos ambientes formais de ensino (nas escolas), a utilização de recursos didáticos e operacionais garantam, por meio das afinidades, o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Assim, é por meio do uso de tecnologias, especialmente aquelas gratuitas, que o docente terá a possibilidade de construir uma aprendizagem mais satisfatória e proveitosa dentro de uma sociedade contemporânea marcada pelo constante avanço tecnológico.

Para que fosse possível compreender a importância de um *software* e de sua aplicabilidade como recurso didático no contexto escolar, foi necessário compreender as diretrizes e normativas presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Geografia (Brasil, 1998; Pernambuco, 2013), as instruções presentes no Currículo de Pernambuco: Ensino Fundamental (Pernambuco, 2021) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (IPEA, 2014) que mais se alinham com a proposta deste trabalho. É importante ressaltar que, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) já estabeleciam normas e diretrizes pedagógicas, naquele contexto histórico, que possibilitavam o ensino prático e o direcionava para a utilização e manejo das variadas ferramentas e recursos tecnológicos.

De acordo com Afonso (2018), ao interpretar a LDB e os PCNs da Educação Básica no Brasil, destaca-se que a educação geográfica significativa de Geografia deve ser seguramente desfechada na vivência dos alunos, através de procedimentos cognitivos, analíticos e na compreensão das inter-relações entre as dinâmicas físico-ambientais e socioeconômicas.

Já a BNCC (2018), parte do pressuposto de que o discente deve desenvolver suas habilidades e competências voltadas para o pensamento espacial, a análise da paisagem e o raciocínio geográfico, que permitem resolver problemas, dominar o conhecimento factual e exercitar a cidadania nos mais variados contextos. O documento normativo instrui a importância de um ensino e de uma aprendizagem multidisciplinares e articulados com a realidade.

Para a disciplina de Geografia, a BNCC propõe cinco unidades temáticas, sendo elas: 1) O sujeito e seu lugar no mundo; 2) Conexões e escalas; 3) Mundo do trabalho; 4) Formas de representação e pensamento espacial e 5) Natureza, ambientes e qualidade de vida.

A pesquisa em tela relaciona-se com as unidades 4 e 5. Pois, o(a) estudante, de forma interdisciplinar, deve possuir uma leitura de mundo diversificada, além de compreender os diversos processos físico-naturais do território, reconhecendo a interferência antrópica na natureza e seu poder de transformá-la.

Voltado a realidade regional, o Currículo de Pernambuco: Ensino Fundamental (Pernambuco, 2021), alega em uma de suas competências específicas para o ensino de Geografia no Ensino

Fundamental, que o discente deve “desenvolver o pensamento espacial, fazendo uso das linguagens cartográficas e iconográficas, de diferentes gêneros textuais e das geotecnologias para a resolução de problemas que envolvam informações geográficas”. Enfatiza-se também, que esse documento reconhece a importância de “desenvolver e utilizar processos, práticas e procedimentos de investigação para compreender o mundo natural, social, econômico, político e o meio técnico científico e informacional; além de avaliar ações e propor perguntas e soluções (inclusive tecnológicas) para questões que requerem conhecimentos científicos da Geografia” (Pernambuco, 2021). Portanto, é por meio dos conteúdos curriculares, do planejamento e da realização de práticas (físicas e/ou virtuais) que o aluno poderá assimilar de forma inovadora e amplamente didática-lúdica a autonomia e senso crítico para compreensão e aplicação do raciocínio geográfico na análise da ocupação humana e produção do espaço como um todo.

Percebe-se, então, que as normativas educacionais voltadas ao ensino de Geografia já reconhecem e incentivam os docentes a utilizarem as novas tecnologias para que os discentes desfrutem de práticas pedagógicas atualizadas, tendo em vista que, essas novas tecnologias já são discutidas no meio acadêmico como facilitadoras de processos e práticas.

Boa parte dos valores éticos, científicos e acadêmicos trabalhados no cotidiano da escola podem ser relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), conveniente aos seguintes pontos: ODS (4) referente à Educação de qualidade, que discute e promove uma educação mais inclusiva, igualitária, totalmente acessível, e que esta deve ser mantida e proporcionada ao longo da vida; ODS (6) que propõe água limpa e saneamento, respectivamente, ao manejo sustentável da água em todos os seus aspectos; e por último, o ODS (11) que visa cidades e comunidades sustentáveis, através da resiliência e da qualidade de vida que todos devem desfrutar.

A soma desses objetivos mencionados anteriormente, permite que o docente consiga trabalhar em sala de aula as três grandes dimensões do desenvolvimento sustentável, a saber: 1) econômica, 2) social e 3) ambiental. Múltiplas e variadas são as determinações tomadas com base nesses objetivos, com propósito de conservar, promover espaços, cidades sustentáveis, educação de qualidade e de instituições parceiras (IPEA, 2014).

## **2.2 Conceituando Geodiversidade e suas múltiplas abordagens**

Nos documentos normativos, em especial ao Currículo de Pernambuco - Ensino Fundamental, é imprescindível que em sala de aula, além da incluir a aprendizagem em sua totalidade para a ciência geográfica, ressaltar a notoriedade dos discentes analisarem, compreenderem e avaliarem sobre os componentes físico-naturais, principalmente aqueles que fazem parte da sua identidade e/ou proximidade, visto que, os componentes físico-naturais trabalhados nos conteúdos curriculares são os aspectos geológicos, formação de relevo, a hidrografia, o clima, o solo, a vegetação e outros. Logo, valorizar e promover de forma lúdica e primordial o ensino e a aprendizagem desses componentes, é

permitir que os alunos reconheçam e valorizem de forma sustentável sua importância, para a transformação do espaço geográfico em sua totalidade.

De forma a quantificar e qualificar o espaço geográfico, temos na literatura o conceito de geodiversidade, que reúne a ampla diversidade de elementos e processos relacionados aos elementos abióticos (sem vida) da natureza, ou seja, os elementos que não constituem fauna e flora do geoambiente, resultantes de processos exógenos e endógenos. São eles: os ambientes geológicos, fenômenos e processos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra (Sharples, 2002; Gray, 2004).

Ciente de que muitos espaços possuem uma história significativa na evolução dos processos formadores e modeladores do Planeta Terra, temos a criação do conceito de geossítios. Considerados na literatura como locais bem delimitados geograficamente e que concentram formações geológicas com um grande valor científico, estético, ecológico, turístico, cultural, econômico e educativo. Rochas, fósseis ou até mesmo o solo, podem estar entre as características próprias destes locais e ajudam a contar a história da Terra (Jorge; Guerra, 2016). Um conjunto de geossítios formam o Geopatrimônio de uma determinada área.

É importante ressaltar que um geopatrimônio poderá ser abundante em geossítios, lugares de interesse geológico e/ou sítio de geodiversidade. A diferença está no tipo de proposta, abordagem metodológica utilizada e na disponibilização do inventário. Como exemplo temos o sítio, um ambiente de grande valor geomorfológico, existindo então, a inventariação dos geomorfossítios e/ou patrimônio geomorfológico. Tudo dependerá do interesse, da peculiaridade e da proposta que será apresentada naquele território.

Salienta-se que, temos a geodiversidade ligada à geoconservação, que visa toda e qualquer ação conservacionista empreendida no sentido de conservar/preservar e de defender a tese da geodiversidade nos ambientes de interesse da Geologia e áreas afins (Sharples, 2002); o geoturismo ligado ao turismo sustentável (Nascimento; Ruchkys; Mantesso-Neto, 2008), que objetiva a valorização e a conservação da geodiversidade ou geoconservação em qualquer ambiente de interesse. O geoturismo é um forte aliado ao desenvolvimento de práticas sustentáveis, ao ordenamento territorial, ao planejamento ambiental (Guimarães et al., 2017) e à geoeducação, que possibilita objetivos, princípios, conceitos e metodologias tradicionais, empíricas, inovadoras, lúdicas e geotecnológicas para o desenvolvimento da Educação Ambiental, com viés na sustentabilidade e na conservação (Moura-Fé et al., 2017), que vem se consolidando como uma das estratégias da geoconservação de ambientes com interesses da Geodiversidade nos espaços formais e não formais de ensino.

### **2.3 As geotecnologias no ensino e aprendizagem de Geografia**

Atualmente, a maior parte da população tem facilidade em acessar à internet. Por tratar-se de um recurso disponível e facilitador no processo de ensino, a escola deve possibilitar mecanismos para utilização e aproveitamento de tal meio, de forma consciente e orientada, visando o aperfeiçoamento do

desempenho do corpo discente. É válido ressaltar que, o professor necessita especializar-se para utilizar as novas tecnologias como ferramentas educacionais e viabilizar a entrada desses novos elementos geotecnológicos em sala de aula.

Para Almeida *et al.* (2019), com a inserção da informática e de seus recursos na educação, os professores de Geografia passaram a contar com um grande número de elementos tecnológicos para auxiliá-los nas práticas e dinâmicas pedagógicas, permitindo assim, que o estudante se torne mais autônomo e compreenda a dinâmica da paisagem em diversas circunstâncias.

Nessa perspectiva, temos como exemplo o *software MicroDem*, que proporciona ao aluno uma análise espacial do relevo e das classificações estruturais, por meio da criação de um perfil topográfico, na criação de modelagem em 3D (Arruda; Guimarães, 2019).

Em laboratórios (quando existentes) é possível trabalhar com o *software QGIS*, que por sua vez, permite a criação de mapeamentos específicos, análises de lineamentos estruturais, questões de drenagem, solo, uso e ocupação, perfil topográfico, modelagens em 2D e 3D, compreensão dos aspectos geológicos e geomorfológicos, entre outros (Dantas *et al.*, 2022; Sousa, 2023). Reforça-se que o professor também poderá fazer uso do *Google Maps*, o *LandscapAR* e/ou *MapChart* como ferramentas geotecnológicas de apoio.

De maneira bastante prática e viável, compreende-se a utilização de outras ferramentas disponibilizadas pelo *Google*. Nessa perspectiva, para Sousa (2023), o uso do *Google Earth* permite a exploração de imagens de satélites mais interativas, integrando aspectos sociais e ambientais georreferenciados a partir de um sistema de coordenadas e projeção cartográfica estabelecidos para análise espacial como um todo.

Diante do atual cenário, pensou-se no *Google Earth Pro* como instrumento de apoio, que é um *software de aplicativo* frequentemente utilizado para análise de paisagens e das diversas mudanças ocorridas no espaço geográfico, e que pode ser trabalhado em sala de aula e/ou laboratório, permitindo que o aluno explore lugares, identifique processos geológicos e geomorfológicos que se encontram na superfície terrestre.

#### **2.4 O Software de Aplicativo Google Earth**

O *Google Earth* é um aplicativo de software geoespacial construído a partir de imagens de satélite para criar um globo virtual, permitindo análises e captura de dados geográficos. Silva e Guimarães (2020, p.04) descrevem que o “conjunto de ferramentas disponibilizadas atualmente no *Earth* oferecem recursos para mapeamento, importação e exportação de dados de SIG e visualização detalhada em 3D de praticamente toda a superfície emersa do planeta, através de imagens de satélites e fotos aéreas históricas de alta resolução”. Percebe-se que ambas as ferramentas permitem a compreensão da dinâmica do espaço geográfico.

Segundo Ribeiro *et al.* (2022), através do *Google Earth* e do seu banco de dados, através das imagens de satélites é possível realizar a análise de áreas com elementos bióticos e abióticos atualizados,

sem a necessidade de coleta de informações *in loco*. Por meio de passeios, rotas e trilhas virtuais, o discente realiza uma aula de campo de forma interativa e totalmente digital. Contudo, é necessário que o conteúdo disciplinar teórico esteja bem fundamentado para que as práticas virtuais sejam satisfatórias.

É válido ressaltar que ao utilizar os diversos recursos tecnológicos desse *software de aplicativo* em sala de aula, sejam explorados o senso crítico, o interesse didático-científico, o protagonismo e o raciocínio do estudante, além de aproximá-lo das atuais geotecnologias, construindo novas habilidades e competências sobre o espaço geográfico em diferentes escalas espaciais.

### 3. METODOLOGIA

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma vasta investigação bibliográfica apoiada em artigos, produções acadêmicas (teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso), entre outras fontes de pesquisas (notícias e blogs) pertinentes aos conteúdos de geodiversidade (geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia etc.) para Educação Básica, associadas ao uso das geotecnologias em sala de aula. Usou-se como base trabalhos recentes, que se adequaram às novas exigências das diretrizes educacionais vigentes, frente aos novos paradigmas educacionais da atualidade.

Com base no levantamento bibliográfico, percebeu-se a existência de um relevante número de pesquisas usando o *Google Earth* como ferramenta de apoio educacional. Tal afirmação pode ser conferida nos recentes trabalhos de Giordani *et al.* (2006); Gonçalves *et al.* (2007); Bonini (2009); Lima (2012); Silva e Carneiro (2012), Assis e Lopes (2013); Rego e Serafim (2015); Evangelista *et al.* (2017); Sousa (2018); Silva e Guimarães (2020), Ribeiro *et al.* (2022), Cruz e Morais (2023), entre outros, que muito têm contribuído para o entendimento da problemática em sala de aula.

Fazendo uma pesquisa ainda mais detalhada, utilizando “*Google Earth*”, “Ensino” e “Geodiversidade” como descritores chaves em plataformas eletrônicas, sendo elas: *Google Acadêmico*, todos os repositórios nacionais e os periódicos nacionais de qualis A (dentro de um intervalo temporal de 10 anos), percebeu-se que não existem trabalhos que abordem a temática supracitada. É encontrado somente um relatório de estágio publicado, intitulado de “Bio e Geodiversidade do Gerês: utilização do *Google Earth* como recurso educativo”, de autoria de Sousa (2021) e um Trabalho de Pós-Graduação (Lato Sensu) intitulado de “Novas Tecnologias no processo Ensino-Aprendizagem em Geociências: O uso do *Google Earth* na Educação de Jovens e Adultos” de autoria de Filadelfo (2016), no qual, ambos mencionam as palavras geodiversidade e ensino, no decorrer do trabalho. Desse modo, fica constatada a carência de estudos envolvendo temáticas interdisciplinares e transversais como geodiversidade, geoconservação, geoturismo e a utilização do *Google Earth* na Educação Básica, em específico, nos anos finais.

O *software Google Earth* pode ser adquirido gratuitamente (e na versão em português) no endereço eletrônico <<https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/about/versions/>>, podendo ser utilizado na versão web, versão *Android/IOS* ou instalado diretamente no computador de mesa e/ou notebook.

Ressalta-se a facilidade em operar funções dessa ferramenta, em qualquer dia, hora e lugar, além de estar disponível na versão *off-line* (com limitações de ferramentas e de dados).

Vale mencionar que o *Google Earth*, na versão computador de mesa, permite utilizar camadas de dados (*raster*) na identificação de dados específicos, por exemplo, dados de relevo (geologia, dados estratigráficos) pelo programa *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) ofertadas pelo projeto “Brasil em Relevo” da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), disponíveis gratuitamente no endereço eletrônico <<https://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>>, e/ou dados em *shapefile* de informações geomorfológicas, hidrográficas, pedológicas e outras pelo Serviço Geológico do Brasil, disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/>> ou pela Embrapa, disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>>.

Para realização desta pesquisa, foi necessário analisar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Ensino Médio (Brasil, 1999; Pernambuco, 2013), a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017), as competências propostas pelo Currículo de Pernambuco: Ensino Fundamental (Pernambuco, 2021), para os Ensino Fundamental/Anos Finais, além de conciliar os mesmos aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável promovidos pela ONU (2014) e firmados em reuniões, por meio do Pacto Global.

Referente aos exemplos didáticos sugeridos, levou-se em consideração alguns dos geossítios inventariados e propostos pela tese intitulada de “Geodiversidade do litoral norte de Pernambuco: inventário do patrimônio geológico e estratégias de geoconservação”, que estão em andamento pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco de autoria do primeiro autor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Aplicabilidades do *software de aplicativo Google Earth* no ensino da Geodiversidade

Para fazer a leitura do mundo e da realidade em que vivem, com base nas propostas de aprendizagens em Geografia, os alunos precisam ser estimulados a pensar espacialmente, desenvolvendo primordialmente o raciocínio geográfico (Brasil, 2017). Para isso, o Currículo de Pernambuco permite que sejam discutidas e trabalhadas em sala de aula, desde o ensino Fundamental ao Ensino Médio, a compreensão de meios e contornos que faz o ser humano para explorar os recursos da natureza ao longo da história e as inter-relações entre a natureza e sociedade.

Assim, com base nas diretrizes acima, criou-se um Quadro (1) com a temática central da geodiversidade, seguido das áreas de interesse, os possíveis conteúdos, as possibilidades e uso em sala de aula por meio do *Google Earth*. Percebe-se que existem diversas aplicabilidades no uso do *Google Earth* (Figura 1) em relação aos conteúdos didáticos (Quadro 1).

Conforme Barbosa *et al.* (2022), as atividades práticas de campo são fundamentais para o aprendizado, embora que essa prática não seja sempre realizável, na realidade da escola pública. Assim,

o uso do *software de aplicativo* torna-se um recurso didático acessível e altamente viável para a identificação e análise de feições geomorfológicas, singularidades vegetativas, uso e ocupação dos espaços, e questões que impactam positivamente a percepção dos alunos acerca das fisionomias paisagísticas da região, sendo elas naturais e/ou antrópicas, extrapolando os conteúdos curriculares e as barreiras educacionais.

**Quadro 1** – Aplicabilidades do *Google Earth* nos conteúdos curriculares na Educação Básica.

	<b>Áreas de Interesse</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Possibilidades e uso em sala de aula</b>
<b>G E O D I V E R S I D A D E</b>	Aspectos geológicos	Formação do Planeta Terra	Importação e exportação de dados SIG em formato vetorial e/ou rasterizado. É possível observar afloramentos rochosos (aberturas de estradas; rochas <i>in situ</i> , unidades estratigráficas etc.); Criação de polígonos para individualização de unidades e formas.
	Aspectos pedológicos	Tipos de solos	Desmatamento; Aberturas de terra (sem agricultura) com processos erosivos superficiais já visíveis; cortes de estrada recentes.
	Aspectos hidrográficos (Águas superficiais)	Drenagens, barragens e Deltas	Identificar os tipos de canais de drenagem, as áreas de desembocadura, as barras fluviais, as ilhas fluviais; identificar os rios que estão localizados no perímetro urbano e rural; compreender como a urbanização pode modificar a morfologia natural da drenagem.
	Aspectos geomorfológicos	Paisagem, tipos de relevo e morfoestruturas	Cadeias de montanhas, planalto sedimentar, planalto cristalino, bacias sedimentares, planícies fluviais, falésias, praias, dunas, arrecifes, ilhas vulcânicas; Morfologia do relevo; localizar áreas de declive acentuado, áreas planas, traçar perfis topográficos (visualização dos compartimentos geomorfológicos), blocos diagrama em 3D, processos erosivos, entre outros.

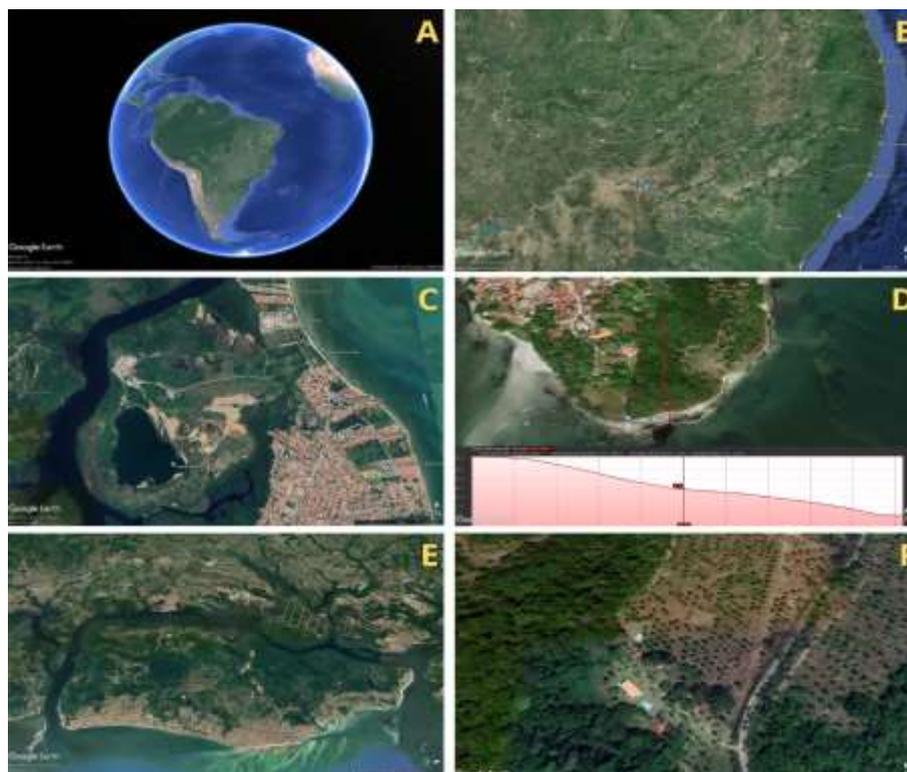
Aspectos Paleontológicos	Identificação; Ocorrência de fósseis.	Utilizar pontos (coordenadas) já publicados e fazer correlações com os aspectos geológicos e geomorfológicos do local.
Aspectos Climáticos	Domínios morfoclimáticos	Observar na paisagem a dinâmica fitogeográfica; associar os tipos de formações e suas localizações levando em conta o regime pluviométrico; observar as áreas de transição (domínios morfoclimáticos; aspectos biogeográficos e/ou aspectos vegetacionais).
Impactos Ambientais	Poluição e Educação Ambiental.	Identificar cursos d'água poluídos, áreas atingidas pela erosão, depósitos de lixo, áreas de queimadas, entre outros; crescimento imobiliário; expansão do turismo.
Uso e ocupação da terra	Ocupações históricas e Agricultura	Por meio de imagens históricas, observar áreas de interesse da geodiversidade que já foram mapeadas para o estado e os processos de ocupação irregular, especulação imobiliária desenfreada, turismo, entre outras; criação de rotas virtuais para passeios virtuais.

**Fonte:** Autores, 2024.

#### 4.2 Ferramentas de análise da Geodiversidade pelo *Google Earth*

Em relação aos pontos apresentados no Quadro 01 e a Figura 1, os alunos poderão observar: (A) - Interface inicial do *software*; (B) - Recorte espacial direcionado ao estado de Pernambuco; (C) - A identificação de uma pedreira ativa (Mina Poty), com detalhes as rochas expostas, no município de Paulista-PE; (D) - Criação de um perfil topográfico na Ponta do Funil-Goiana/PE; (E) - Observação da dinâmica fluvial existente na Ilha de Itamaracá/PE; e F- Análise do uso de ocupação da terra na Ilha de Itamaracá/PE.

**Figura 1: Panorama de imagens capturadas do *Google Earth*.**



**Fonte:** *Google Earth*, 2024.

Referente aos aspectos geológicos e geomorfológicos sugeridos no Quadro 1, o docente poderá utilizar como exemplo a diferenciação da gênese e das formas existentes nas duas famosas ilhas de Pernambuco (Figura 2), considerados Geossítios de relevância científica, educacional e turística. Assim, poderá ser demonstrado em sala que na imagem (A) da Figura 2 está a Ilha Coroa do Avião, Litoral Norte (LN), no município de Igarassu. Sua formação está atrelada à deposição de sedimentos quaternários que formaram esse grande banco de areia (Arruda *et al.*, 2024).

Posteriormente, o professor expõe a imagem (B) que se refere a Ilha de Santo Aleixo, Litoral Sul (LS), pertencente ao município de Sirinhaém, cujo acesso é limitado por ser uma propriedade privada. Na literatura, sua gênese é vulcânica, com idade próxima a 100 milhões de anos. Trata-se de uma área que testemunhou um dos últimos processos que levou a separação do grande continente *Gondwana* e posteriormente a formação dos continentes Africano e Sul-americano (Guimarães; Mariano; Sá, 2016). Evidencia-se a importância de os alunos serem instruídos e compreenderem sobre os processos endógenos e exógenos do Planeta Terra, assim como os processos que permitiram sua modelagem e configuração atual da paisagem.

**Figura 2: Imagens aéreas dos geossítios do litoral pernambucano. A - Ilha Coroa do Avião – Igarassu (LN) e B - Ilha de Santo Aleixo – Sirinhaém (LS).**



**Fonte:** *Google Earth*, 2024.

Com base nas imagens de satélites disponíveis, os(as) alunos(as) poderão identificar diversas áreas de interesse direcionadas aos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrográficos, entre outros. Tudo dependerá dos objetivos esboçados (ver exemplos no Quadro 1) pelo docente em seu plano de aula e que esses estejam em conformidade com documentos norteadores.

É importante que o docente tenha conhecimento dos ODS e da importância da interdisciplinaridade, para que suas aulas sejam significativas, apropriadas e obtenham êxito no ensino e aprendizagem. Reitera-se que o uso do *Google Earth* será de fundamental importância como recurso didático, de ajuda ao professor, no planejamento e execução dos conteúdos e demais atividades. Assim, os quatro exemplos a seguir, são pontos norteadores que poderão ser trabalhados em sala e estes poderão ser replicados, adaptados e utilizados conforme necessidade e planejamento do docente.

Em sala de aula, o docente solicitará que os alunos acessem o *Google Earth*, localizem o estado de Pernambuco, em seguida, o Litoral Norte. Após explanação inicial da região, com auxílio do orientador, o discente poderá identificar no município de Goiana o Geossítio Pedras do Pontal (Figura 3), localizado na Praia do Pontal. Na oportunidade, será explanada a totalidade da área, apresentando suas diversas piscinas naturais, formadas por arenitos de praia. Na região de pós-praia é possível serem identificados fragmentos rochosos da unidade estratigráfica – Formação Gramame da Sub-bacia de

Olinda. No local, é possível observar, também por meio do *Google Earth*, os grandes paredões da Formação Barreiras.

O professor poderá dialogar com os alunos, além disso, que a Formação Gramame é a primeira unidade carbonática marinha, provavelmente depositada a partir do Neocampaniano, prosseguindo durante o Maastrichtiano, explicando também, os termos relacionados ao tempo geológico. Ela é testemunha do último elo de ligação entre o continente africano e o Brasil, além de ter evidências da formação do oceano Atlântico (Barbosa *et al.*, 2007). A área dispõe de grande valor histórico, pois possui um monumento de concreto que simboliza o Ponto Extremo Leste do Estado de Pernambuco e o segundo das Américas no Oceano Atlântico.

Na imagem abaixo, é possível ser identificada a Praia do Pontal (Figura 3A), seguida de uma imagem mais detalha das rochas que afloram na região (Figura 3B), dos processos físicos e químicos atuantes no local (Figura 3C) e do monumento histórico-geográfico presente (Figura 3D). Oliveira *et al.* (2018) destaca a importância do *Google Earth* como ferramenta que possibilita a identificação de paisagens (antes pouco conhecidas pelo difícil acesso, por exemplo) tornarem-se conhecidas para qualquer público.

Em sala de aula, poderá ser explorada a expansão urbana, os cortes de estrada, os possíveis processos geomorfológicos e a dinâmica de inter-relação entre a natureza e as questões antrópicas. O professor poderá solicitar a confecção de maquetes e/ou projetos voltados à conscientização ambiental da área, por meio da coleta seletiva, por exemplo.

**Figura 3: Geossítio Pedras do Pontal – Goiana/PE.**



**Fonte:** Imagem 1A: *Google Earth*, 2024; Imagens 1B, 1C, 1D: Autores, 2024.

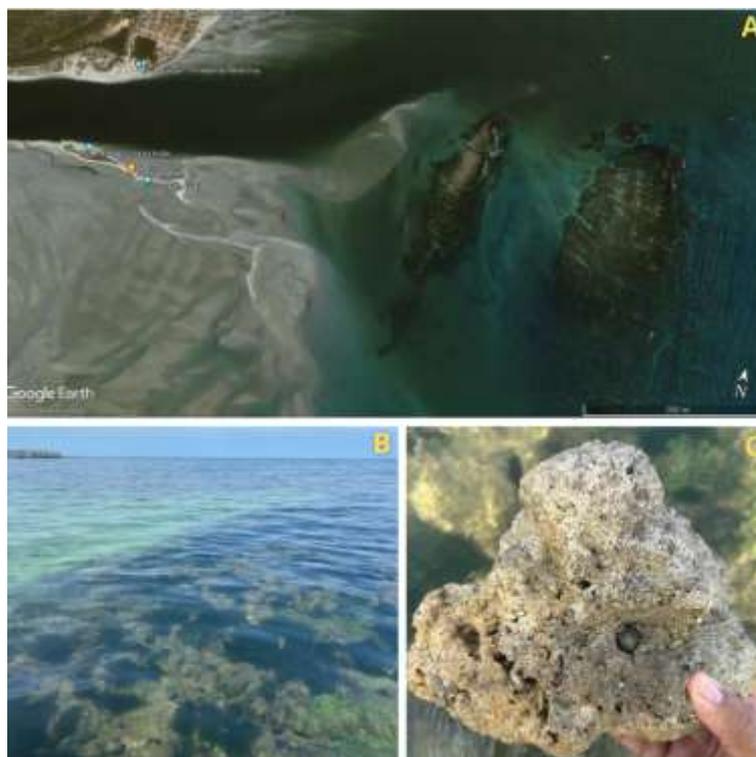
Posteriormente, outro exemplo didático a ser apresentado, será no município de Itamaracá. Enfatiza-se que é possível observar, com ajuda de imagens históricas (recurso gratuito do *Google Earth*), as piscinas naturais que formam o Geossítio Piscinas de Itamaracá (Figura 4), que se apresentam na superfície durante o período de maré baixa. De acordo Barreto *et al.* (2010), os arenitos de praia (*beachrocks*) de toda a costa formaram-se durante o Período do Quaternário, especificamente durante o Holoceno ( $7.310 \pm 60$  anos AP e  $5.805 \pm 40$  anos AP).

Na Figura 4 temos a identificação desses arenitos de praia (Figura 4A), a formação da vida marinha-ecossistema aquático sobre o arenito (Figura 4B) e uma amostra de rocha fresca existente no local (Figura 4C). O acesso a esse Geossítio é feito exclusivamente por meio de embarcações da Associação de Moradores e Pescadores e/ou quando a maré encontra-se baixa e os cordões/bancos de areia são formados, levando os turistas da Praia de Forte Orange e Ilha Coroa do Avião até as piscinas, distando cerca de 1.500m da costa.

Tais arenitos de praia testemunham a regressão marinha que ocorreu, aflorando esse cenário de beleza, ainda pouco explorado pelo turismo da região. Em sala de aula, poderão ser exploradas medidas para conservação desse ambiente. Há também, a possibilidade de serem promovidas discussões sobre o acesso, a economia que gira em torno do turismo e as dificuldades que poderão vir a existir. Para Silva e Guimarães (2020), com a utilização desse *software*, o professor poderá ministrar suas aulas com mais

dinamicidade e atratividade, pois uma aula rica em elementos visuais possibilita uma melhor compreensão entre as questões teóricas e práticas.

**Figura 4: Geossítio Piscinas de Itamaracá – Ilha de Itamaracá/PE.**



**Fonte:** Imagem 3A: *Google Earth*, 2024; Imagens 3B, 3C: Autores, 2024.

Aproveitando o ambiente, o costeiro e a proximidade dos locais, o docente poderá apresentar aos alunos o município de Igarassu, em seguida, o Geossítio Ilha Coroa do Avião (Figura 5) de gênese quaternária, com presença de bancos de areia e piscinas naturais, considerada barreira de suma importância na contenção das águas que vêm do oceano, até chegarem na desembocadura do Canal de Santa Cruz na Ilha de Itamaracá. A Coroa do Avião possui o ambiente propício à sedimentação de partículas fluviais ao se encontrarem com as provenientes da Deriva litorânea (Lira, 2010).

Na Figura abaixo é possível ser identificada a Ilha através de imagens áreas de boa resolução (Figura 5A), seguida de uma imagem capturada por drone (Figura 5B), que mostra o início da formação de bancos de areia e grande movimento de turistas no local, além de uma imagem (Figura 4C) obtida a partir de um barco registrando a ocupação no local.

Com o auxílio das imagens históricas, o aluno poderá analisar a variação que a ilha possui referente à formação de novos bancos de areia. No local, a especulação turística é bastante forte, o uso e ocupação da terra ocorrem sem o devido planejamento e gestão ambiental. Todas essas vertentes poderão ser trabalhadas em sala de aula, estimulando o senso crítico e o olhar frente às mudanças que ocorrem na paisagem.

**Figura 5: Geossítio Coroa do Avião – Igarassu/PE.**



**Fonte:** Imagem 4A: *Google Earth*, 2024 ; Imagens 4B: Renato Albuquerque; 4C: Autores, 2024.

Em sala de aula, o docente poderá também formar grupos, e cada um deles discutirem um aspecto da geodiversidade observada, apontando pontos positivos e negativos referentes à falta de planejamento no uso desse espaço. Ademais, também poderão ser levantadas reflexões e discussões referentes aos possíveis impactos ambientais e possíveis formas de conservação desses elementos para as futuras gerações.

Para Evangelista *et al.* (2019), o *Google Earth* utilizado como produto de ensino, torna-se útil durante as aulas de Geografia, especialmente na cartografia escolar. Para Ribeiro *et al.* (2022), esse aparato geotecnológico possui grande potencial para ser usado nas aulas relativas à cartografia e a linguagem cartográfica (são conteúdos curriculares essenciais da geografia), por intermédio de seus recursos de escala, norte, coordenadas, dentre outros elementos.

No município de Paulista, o docente poderá instigar nos alunos, também na área costeira, as formações geológicas mais visíveis desse geossítio. Através do *software* é possível apresentar as piscinas naturais, classificadas como Geossítio Pedras de Paulista (Figura 6), que margeiam toda a área litorânea de Paulista, percorrendo as praias do Janga, Pau Amarelo, Conceição e Maria farinha. Sua formação é a mesma proposta por Barreto *et al.* (2010) para Pernambuco. No local ainda não existem propostas de conservação desses ambientes.

**Figura 6: Geossítio Pedras de Paulista.**



**Fonte:** Imagem 5A: *Google Earth*, 2024; Imagens 5B, 5C, 5D: Autores, 2024.

Na última imagem, nota-se o afloramento dos *beachrocks*, visualizado através de imagens de satélites (Figura 6A); da chegada ao banho de piscina, numa distância em torno de 900 metros da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres do Pau Amarelo, popularmente conhecido como Forte do Pau Amarelo (Figura 6B); da caminhada de 100m após o início da “Prainha” (Figura 6C); e das piscinas naturais que se formam no local (Figura 6D). Barbosa *et al.* (2022), defendem em sua pesquisa que apesar das grandes dificuldades, é possível edificar propostas lúdicas e mediadoras, usando as novas ferramentas tecnológicas que vislumbrem o ensino dos aspectos físicos em sua totalidade, específicos da região Nordeste.

**Figura 7: Imagens aéreas dos *beachrocks* do Litoral Norte (A) e Sul (B) de Pernambuco.**



**Fonte:** *Google Earth*, 2024.

Arruda *et al.* (2024), propõem que o Professor poderá solicitar aos alunos a elaboração de materiais extras, por meio da confecção de croquis (mapas), em escalas de detalhes a depender do nível da turma, construção de cordéis, concurso de fotografia e obras audiovisuais, obras artísticas, entre outros projetos voltados especificamente à temática da geodiversidade.

Ainda associado ao exemplo quatro (4), o docente poderá realizar correlações (sugerindo a criação de polígonos) entre os arenitos de praia encontrados no Litoral Norte com os do Litoral Sul (Figura 7), instigando a interpretação do espaço geográfico. Portanto, poderão ser trabalhadas as formas, a gênese, os processos de utilização pelo turismo (usando imagens históricas), os processos históricos e culturais da região, as formas de conservação dessas unidades (quando existentes), entre outros. Espera-se que o aluno consiga perscrutar ao máximo todas as ferramentas disponíveis pelo *software*.

Sousa (2018) reforça a importância das ferramentas geotecnológicas, a exemplo do *Google Earth*, no cotidiano da escola, principalmente nas disciplinas que analisam e discutem as dinâmicas ambientais. O autor reforça ainda, a importância de o professor tornar mais dinâmicos e compreensíveis os conceitos geográficos durante o processo de ensino e aprendizagem. Cruz e Morais (2023) reforçam o uso dessa ferramenta para elucidar diversos conteúdos além dos entendimentos geográficos.

Sabe-se que, em uma formação diária mais flexível e motivadora, as experiências tornam-se singulares e instigam o pensamento crítico, argumentativo, científico e social. É válido frisar a

importância de garantirmos aos alunos e a toda comunidade, uma educação de qualidade, acessível, igualitária e bastante inclusiva, com base na equidade e na valorização pessoal, interpessoal e coletiva.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de suma importância salientar que as novas geotecnologias permitem que os alunos tenham uma maior compreensão dos conteúdos curriculares da Geografia, principalmente daqueles que podem ser teorizados com ajuda de um livro/material impresso e apresentados na tela de um computador. O docente tem um papel grandioso no processo de aprendizado, no qual, o mesmo precisa estar ciente e apto frente às novas mudanças, aos novos recursos didáticos e propostas metodológicas, envolvendo as geotecnologias e visando um processo de ensino-aprendizagem significativo, visto que, o(a) mestre(a) necessita ir além do quadro branco, da exposição, do caderno e livro didático, ele(a) deve fazer com que seus alunos ultrapassem as barreiras escolares e tornem-se verdadeiros protagonistas.

O *Google Earth* é um recurso que atende às necessidades básicas dos documentos normativos e pedagógicos, além de estabelecer conexões aos ODS em sua total dinamicidade. O mesmo torna-se de grande valia para o ensino dos elementos físicos-naturais de qualquer área de estudo. Por tratar-se de um *software* gratuito e de fácil manipulação, o mesmo é indicado atualmente como ferramenta necessária à aprendizagem do espaço geográfico e dos vários conceitos, temas e subtemas que são abordados no ensino da geografia. É importante ressaltar que a ferramenta ainda possui certas limitações, como exemplo, a impossibilidade de o usuário ter acesso a todas as áreas, mesmo em ambientes rurais e/ou urbanos, o que dificulta em muitos casos, a análise da paisagem.

No entanto, o uso da metodologia empregada nesta pesquisa, mostrou-se eficiente no aprendizado dos conteúdos curriculares de Geografia, na realidade do estado de Pernambuco e ligados à geodiversidade, tornando-se instrumento chave no aprimoramento de conhecimentos dessa área. Acentua-se ainda, que a proposta pode ser aperfeiçoada e trabalhada em qualquer região e que o professor, diante dessa problemática, busque por atualizações, participando de capacitações e/ou formações conectadas às constantes inovações, para adequar seus planejamentos e tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas.

Assim, diante do exposto, sugere-se o desenvolvimento de mais pesquisas, levando em consideração as especificidades de cada local, as necessidades de ensino somados aos objetivos de aprendizagem, ligados aos conteúdos curriculares de Geografia de forma interdisciplinar e transversal. Espera-se a popularização da temática envolvendo o uso das geotecnologias, geodiversidade, geociências e temáticas afins nos ambientes formais e não formais de ensino.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, A. E. Contribuições da Geografia Física para o ensino e aprendizagem geográfica na Educação Básica. **Revista Educação Geográfica em Foco**, v. 1, n. 2, p. 01-10, jan/jul. 2018.

ALMEIDA, A. B.; SCARAMELLO, J. M.; DOS SANTOS, G. H. Atlas geográfico digital: Uma proposta de aplicação no ensino fundamental. **Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas à Atividade Militar**, v. 1, n. 1, p. 60-68, 24 set. 2019.

ARRUDA, I. R. P. D.; MARIANO, G.; GUIMARÃES, T. D. O. Caracterização do geopatrimônio pernambucano: Análise do índice de geodiversidade do Litoral Norte – Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 17, n. 1, p. 709–731, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p709-731>.

ARRUDA, I. R. P.; GUIMARÃES, T. O. O uso do software Microdem como ferramenta para o ensino de Geografia Física. **Revista Ensino De Geografia (Recife)**, v. 2, n. 3, p. 63–79, 2019. DOI: <https://doi.org/10.51359/2594-9616.2019.242761>.

ASSIS, C. A. F; LOPES, C. S. **Uso do Google Earth Como Ferramenta de Aprendizagem no Ensino de Geografia**. Versão On-line ISBN 978-85-8015-076-6 Cadernos PDE, 2013.

BARBOSA J. A. *et al.* Estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal (Bacia da Paraíba e Plataforma de Natal), NE Brasil. **Estudos Geológicos**. V. 17, n. 2, p. 3–30, 2007.

BARBOSA, B.; LISTO, F. L. R.; BISPO, C. O. O Google Earth como ferramenta didática para o ensino dos parâmetros fisiogeográficos: aplicação na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, v.9, n. 18, p.24-39, 2022.

BARRETO, A. M. F. *et al.* **Arrecifes, a calçada do mar de Recife. Importante Registro Holocênico de Nível Relativo do Mar acima do atual**. Tradução . Brasília: CPRM, 2013. v. 3. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/19391>. Acesso em: 11 abril. 2024.

BONINI, A. M. **Ensino de Geografia: utilização de recursos computacionais (Google Earth) no ensino médio**. 2009. 185 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio**, 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Brasília, 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Fundamental**. Brasília, 2018.

CRUZ, L. O.; MORAIS, E. G. O uso do Google Earth como metodologia no ensino de cartografia para estudantes do ensino médio. **Geoconexões**, v. 3, n. 17, p. 4–23, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15628/geoconexes.2023.14601>.

DANTAS, L. A. *et al.* O uso do software Qgis em aulas de Geografia nos anos finais do Ensino Fundamental: Relato de experiência de estágio obrigatório. **Boletim Alfenense De Geografia**, v. 2, n.4, p. 259–275, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29327/243949.2.4-15>.

EVANGELISTA, A. M.; MORAIS, M. V. A. R.; SILVA, C. V. R. Os usos e aplicações do Google Earth como recurso didático no ensino de Geografia. **PerCursos**, v. 18, n.38, p. 152–166, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5965/1984724618382017152>.

FILADELFO, E. B. **Novas Tecnologias no processo Ensino-Aprendizagem em Geociências: O uso do Google Earth na Educação de Jovens Adultos**. 2016. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação de Jovens e Adultos) - Programa de Pós-Graduação Lato Sensu, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus Nilópolis, Rio de Janeiro.

GIORDANI, A. C. C.; CASSOL, R.; AUDINO, D. F. **Inserção do Google Earth no ensino de Geografia**. In: 12º Jornada Nacional de Educação/ 2º Congresso Internacional de Educação, 2006. Educação e sociedade: perspectivas educacionais no século XXI, Santa Maria. 2006.

GONÇALVES, A. R. *et al.* Analisando o uso de Imagens do “Google Earth” e de mapas no ensino de Geografia. **Ar@cne**. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 97, junio, 2007. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/ aracne/aracne-097.htm>. Acesso em: 4 mai. 2024.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

GUIMARÃES, T. O.; MARIANO, G.; SÁ, A. A. A. Roteiros Geoturísticos no Litoral Sul de Pernambuco. **Estudos Geológicos**, v. 26, n. 3, p. 1-47, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v26n3p1-47>.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: IPEA; IBGE, 2014.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 6, n. 1, p. 151–174, 2016. DOI: <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.5241>.

LIMA, R. N de S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da Geomorfologia. **Revista de Ensino de Geografia**, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236499410774>.

LIRA, J. N. **Estudo sedimentológico e evolutivo da Coroa do Avião, Itamaracá-PE**. 2010. 122 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

OLIVEIRA, G. P. *et al.* O Google Earth™ como uma ferramenta de apoio aos estudos preliminares de geomorfologia fluvial: estudo de caso no riacho de Vila Maria, Garanhuns-PE. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 18, p. 1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v9i18.656>.

MOURA-FÉ, M. M. *et al.* **Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação**. In: SEABRA, G. (Org.) *Educação Ambiental & Biogeografia*. 1 ed. Ituiutaba-SP: Barlavento, 2016, v. II, p. 829-842.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82 p.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. **Currículo de Pernambuco: ensino fundamental**. Secretaria de Educação e Esportes, União dos Dirigentes Municipais de Educação. Recife: Secretaria, 2021.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. **Parâmetros Curriculares para a Educação Básica do Estado de Pernambuco: Parâmetros Curriculares de Geografia – Anos Finais**. Secretaria de Educação, CAEd Faculdade de Educação, União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação, 2013.

REGÔ, E. E.; SERAFIM, M. L. **A utilização dos aplicativos Google Maps e Google Earth no ensino de geografia: múltiplas possibilidades**. Anais do II Conedu, Campina Grande - PB, 2015.

Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV045\\_M D1\\_SA4\\_ID1946\\_08052015200043.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_M D1_SA4_ID1946_08052015200043.pdf)> Acesso em: Maio de 2024.

RIBEIRO, D. Q.; LOPES DA CRUZ, W.; SANTOS, G. I. F. A. O uso do Google Earth® como ferramenta de ensino da Geografia escolar. **GEOFRONTER**, [S. l.], v. 8, 2022. DOI: <https://doi.org/10.61389/geofronter.v8.7098>.

SHARPLES, C. Concepts and Principles of Geoconservation. **Tasmanian Parks & Wildlife Service**, 2002

SILVA, J. S.; GUIMARÃES, T. O. Google Earth Pro e sua aplicabilidade no ensino da Cartografia. **GEOFRONTER**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2020.

SILVA, F. G.; CARNEIRO, C. D. R. GEOTECNOLOGIAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOGRAFIA: EXPERIÊNCIA COM O GOOGLE EARTH. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 329–342, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG134116679>.

SOUSA, I. Geotecnologias aplicadas no Ensino Fundamental II: contribuições da formação de professores de geografia em serviço. **Metodologias e Aprendizado**, [S. l.], v. 6, p. 127–142, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21166/metapre.v6i.3116>.

SOUSA, L. **Bio e Geodiversidade do Gerês: utilização do Google Earth como recurso educativo**. Relatório de Estágio, Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, 2021.

SOUSA, J. J. **O Uso Do Google Earth no ensino de Geografia**. CIET:EnPED, São Carlos, jun. 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/42>>. Acesso em: 11 fev. 2024.

SOUZA, S. O.; OLIVEIRA, R. C. **Considerações sobre a geografia física : conceitos, métodos e aplicações**. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R.R. (Org.). (Org.). Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. 1ed.Campinas: INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP, 2017, v. 1, p. 3483-3494. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1996>.

## CAPÍTULO 10 – ARTIGO: GEOCIENTISTA POR UM DIA - AULA EM CAMPO NO LITORAL NORTE/PE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA GEODIVERSIDADE

Submetido a Revista Ponto de Vista – Qualis Capes: A1



UNIVERSIDADE  
FEDERAL  
DE PERNAMBUCO

ITALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA <italo.arruda@ufpe.br>

---

### [RPV] Agradecimento pela submissão

1 mensagem

Prof. Dr. Leo Tiradentes <periodicos@ufv.br>

24 de julho de 2024 às 14:00

Para: ITALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA <italo.arruda@ufpe.br>

ITALO RODRIGO PAULINO DE ARRUDA:

Obrigado por submeter o manuscrito, "Geocientista por um dia - aula em campo no Litoral Norte/PE: uma proposta para o ensino da Geodiversidade" ao periódico Revista Ponto de Vista. Com o sistema de gerenciamento de periódicos on-line que estamos usando, você poderá acompanhar seu progresso através do processo editorial efetuando login no site do periódico.

URL da Submissão: <https://periodicos.ufv.br/RPV/authorDashboard/submission/19371>

Usuário: itamura

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Prof. Dr. Leo Tiradentes

---

Revista Ponto de Vista  
<https://periodicos.ufv.br/RPV>

## **Geocientista por um dia - aula em campo no Litoral Norte/PE: uma proposta para o ensino da Geodiversidade**

Geoscientist for a day - field class on the North Coast/PE: a proposal for teaching Geodiversity

**Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>; Gorki Mariano<sup>2</sup>; Thaís de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>;  
Danielle Gomes da Silva Listo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Doutorando em Geociências, Mestre em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. Email: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2621-5993>

<sup>2</sup> Doutor em Geologia, Professor do Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife/PE, Brasil. Email: [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7861-0947>

<sup>3</sup> Doutora em Geociências, Universidade de Pernambuco, Colegiado de Geografia, Petrolina/PE, Brasil. Email: [thais.guimaraes@upe.br](mailto:thais.guimaraes@upe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2907-3209>

<sup>4</sup> Doutora em Geografia, Professora do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife/PE, Brasil. Email: [danielle.listo@ufpe.br](mailto:danielle.listo@ufpe.br)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9391-1211>

**RESUMO:** O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de aula de campo como estratégia educacional no ensino da geodiversidade para Educação Básica, em consonância com as diretrizes educacionais vigentes somadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável firmados pela Organização das Nações Unidas e popularização das geociências. Destarte, foi realizado um levantamento bibliográfico referente a geodiversidade, geoeducação e geoconservação na realidade do Litoral Norte Pernambucano. Sob o aspecto metodológico, este estudo adota uma abordagem qualitativa e propositiva em seus objetivos, com ênfase na categorização da geodiversidade de acordo com seu interesse primário e nas diversas abordagens deste fenômeno. A escolha enquadra-se na disciplina de Geografia e temáticas interdisciplinares e/ou transversais para os anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, e ambos se justificam pelos objetos de conhecimento/habilidades do currículo escolar que mais se aproximam da temática em questão. Como resultado da pesquisa, foram identificadas seis áreas de interesse específicas: Pedras do Pontal e Pontal do Funil no município de Goiana, Trilha dos Holandeses, Geoformas do Forno da Cal, Ilha Coroa do Avião e Piscinas Naturais de Itamaracá na Ilha de Itamaracá. Essas áreas são propostas para serem exploradas em um único dia, proporcionando aos estudantes uma experiência como geocientistas por um dia. Todas as localidades têm potencial didático-científico para a realização de aulas de campo. No entanto, é essencial planejar cuidadosamente as atividades considerando o período do ano, a duração da visita, a infraestrutura disponível e a logística de acesso. Esta abordagem deve levar em conta as particularidades de cada geossítio, como restrições, potencialidades e possíveis aplicações, com o objetivo de facilitar a assimilação de conceitos geográficos e geológicos, além de sensibilizar para a importância da conservação desses elementos abióticos para as gerações futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoeducação; Geossítios; Popularização das Geociências.

**ABSTRACT:** This paper aims to propose a field trip as an educational strategy for teaching geodiversity in Basic Education, in alignment with current educational guidelines and the Sustainable Development Goals established by the United Nations, as well as the popularization of geosciences. To this end, a bibliographic survey was conducted concerning geodiversity, geoeducation, and geoconservation in the reality of the North Coast of Pernambuco. Methodologically, this study adopts a qualitative and propositional approach in its objectives, with an emphasis on categorizing geodiversity according to its primary interest and the various approaches to this phenomenon. This choice is framed within the discipline of Geography and addresses interdisciplinary and/or transversal themes for the final years of Elementary and High School, justified by the curriculum's knowledge/skills objectives that closely relate to the subject matter. As a result of the research, six specific areas of interest were identified: Pedras do Pontal and Pontal do Funil in the municipality of Goiana, Trilha dos Holandeses, Geoformas do Forno da Cal, Ilha Coroa do Avião, and Piscinas Naturais de Itamacá on Itamaracá Island. These areas are proposed to be explored in a single day, providing students with an experience as geoscientists for a day. All locations have potential for didactic-scientific activities in field classes. However, it is essential to carefully plan activities, taking into account the time of year, duration of the visit, available infrastructure, and logistical access. This approach should consider the particularities of each geosite, such as restrictions, potentials, and possible applications, aiming to facilitate the assimilation of geographical and geological concepts, as well as to raise awareness of the importance of conserving these abiotic elements for future generations.

**KEYWORDS:** Geoeducation; Geosites; Popularization of Geosciences.

## **INTRODUÇÃO**

A geodiversidade engloba a diversidade abiótica de rochas, minerais, sedimentos e processos geomorfológicos que preservam registros geológicos cruciais para a compreensão da evolução histórica da Terra ao longo de diversos períodos geológicos. Este conceito é fundamental para o estudo do geopatrimônio de uma região, conforme discutido na literatura por autores como Veiga (2002), Gray (2004, 2013), Brilha (2005), e Brilha, Pereira e Pereira (2008).

A Zona Costeira de Pernambuco, em específico o Litoral Norte, detém em seu território rochas que testemunharam a orogênese brasileira (formação da Província da Borborema), a separação dos continentes (Africano e o Sul-Americano), a abertura do Oceano Atlântico, a extinção dos dinossauros; ainda a estratigrafia da bacia sedimentar costeira entre outros (Barbosa, et al., 2003; Barbosa, 2007). Permitindo que a área detenha um grande potencial aos estudos da geodiversidade proporcionando a conservação desses elementos ligados ao geoturismo e a geoeducação.

O geoturismo visa promover atividades turísticas com base no conhecimento científico além da promoção e divulgação do geopatrimônio (Hose, 1995; 1997; Newsome; Dowling, 2006; Nascimento; Ruchkys; Mantesso-Neto, 2007; 2008; Piekarz; Liccardo; 2007; Ruchkys, 2007; Declaração de Arouca, 2011). A geoeducação trabalha diretamente com a “extensão” fornecida pelos centros acadêmicos e de pesquisa viabilizando uma didática favorável a compreensão significativa do conhecimento técnico através de múltiplas ferramentas (jogos, cartilhas, folders) a possibilitar a aprendizagem nos ambientes formais e não formais de ensino (Guimarães; Mariano; Sá, 2013; Brocks; Semeniuk, 2019).

É, portanto, por meio da geoeducação que aulas em campo podem ser realizadas como atividade extracurricular de suma importância para a interpretação e leitura do espaço geográfico, possibilitando a associação entre o aporte teórico (discutido e executado em sala) e a prática (observações *in loco*).

Assim, esta pesquisa se desdobra na necessidade de integrar a compreensão da geodiversidade, especialmente no contexto do Litoral Norte de Pernambuco, uma das principais regiões turísticas de sol e praia, ao currículo da Educação Básica (Anos Finais e Ensino Médio). Este esforço alinha-se com as diretrizes curriculares educacionais atuais, incluindo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), o Currículo de Pernambuco (Pernambuco, 2021) e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (IPEA, 2014).

Este trabalho se fundamenta na necessidade de investigações que abordem os conceitos de geodiversidade, geoconservação, geoeducação, além de outros temas relacionados, como eixos curriculares essenciais para o ensino e aprendizagem. O objetivo é introduzir novas formas de conhecimento e promover a assimilação dos conteúdos curriculares em sala de aula. É crucial destacar o papel central tanto dos educadores quanto dos estudantes na promoção, através do protagonismo, de uma sociedade sustentável e autônoma.

Assim, o objetivo do presente artigo é propor um roteiro de campo para alunos da Educação Básica, na realidade de Pernambuco, uma vez que levar-se-á em consideração o currículo educacional do estado e propostas transversais, nos geossítios inventariados

localizados no Litoral Norte, em específico aos municípios de Goiana, Ilha de Itamaracá e Igarassu. Reforça-se que o critério de seleção foi a relevância das áreas supracitadas e a proximidade do local. Visto que a proposta está voltada a uma atividade que poderá ser realizada em um dia de trabalho de campo. Na oportunidade foram apresentados aspectos relacionados ao melhor período para a visitação, logística e infraestrutura com base na proposta de Oliveira e Albuquerque (2023). Para realização da visita foram apresentados os principais elementos geológicos, geomorfológicos e demais informações da geodiversidade dos geossítios selecionados.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Durante o desenvolvimento dessa pesquisa foi realizada uma vasta investigação bibliográfica pertinente aos conceitos de geodiversidade, geoturismo e geoeducação, além das habilidades e competências para Educação Básica. Usou-se como base trabalhos recentes que conversem com as novas exigências curriculares, frente aos novos paradigmas educacionais da atualidade oportunizando a criação do aporte teórico.

Para realização dessa pesquisa, foi necessário também analisar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Ensino Médio (Brasil, 1996), a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), as competências propostas pelo Currículo de Pernambuco (Pernambuco, 2021), para os Ensino Fundamental/Anos Finais e Ensino Médio, além de conciliar os mesmos aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável promovidos pela ONU (IPEA, 2015).

Referente aos exemplos didáticos utilizados, levou-se em consideração alguns dos geossítios inventariados (no Litoral Norte de Pernambuco) e propostos pela tese que está em andamento pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco de autoria do primeiro autor. Na presente pesquisa, os seis geossítios foram inicialmente classificados de acordo com o principal interesse de geodiversidade conforme a proposta de Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010). Foi desenvolvido um roteiro de visitação utilizando o *Google Earth*, o qual estará disponível em formato digital e impresso para facilitar o acesso. Este roteiro incorpora dados geoespaciais detalhados e informações científicas relevantes sobre cada localidade, proporcionando uma experiência educacional enriquecedora e acessível.

A sugestão de aula em campo seguiu as contribuições e recomendações realizadas por Oliveira e Albuquerque (2023) que elaboraram um roteiro geoeducativo para o Ensino Fundamental utilizando os geossítios no *GeoPark Araripe/CE*. Frisa-se que os geossítios foram

agrupados com base nesse interesse de geodiversidade, visando desenvolver e propor uma metodologia de campo que foi aplicado na área de estudo (no Litoral Norte de Pernambuco).

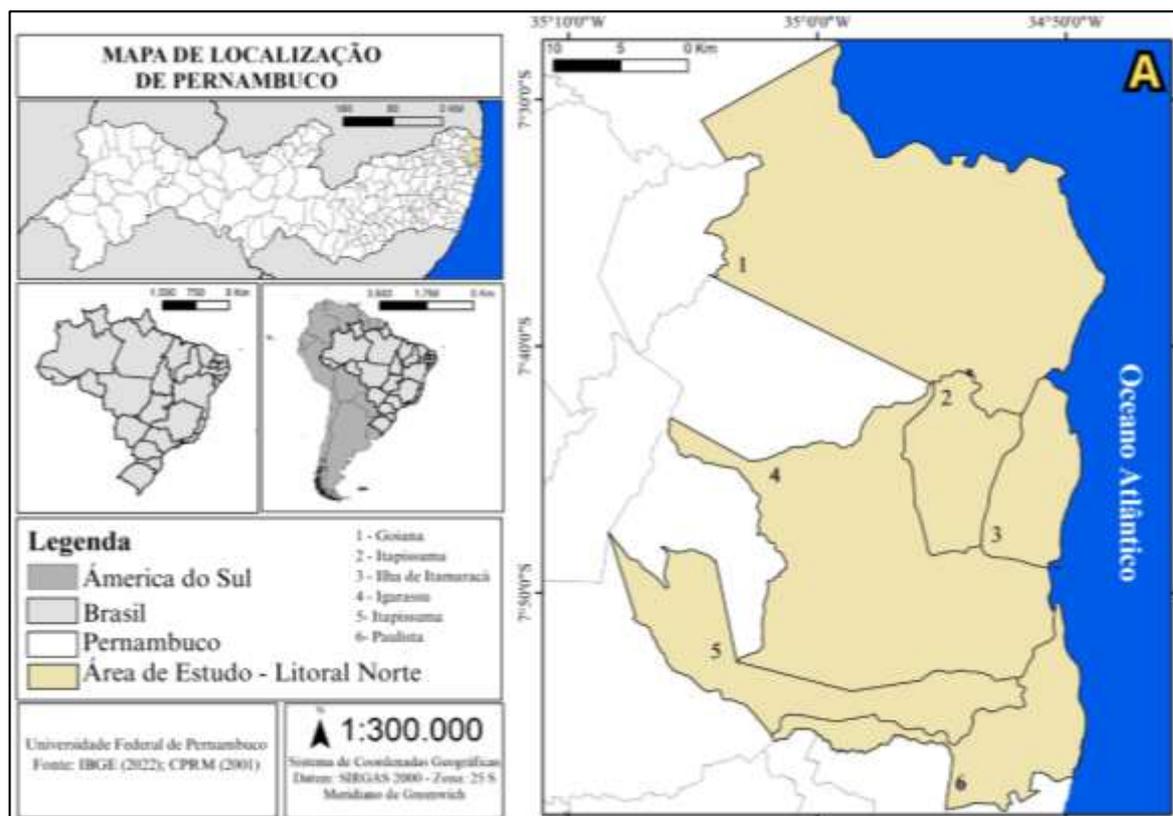
Assim, as aulas em campo foram analisadas para fins de planejamento educacional, considerando diferentes critérios distribuídos em duas dimensões. Na primeira dimensão, foram considerados aspectos como o melhor período para visita (mês do ano e dia da semana), estação climática e duração da visita. Na segunda dimensão, foram considerados aspectos como acessibilidade, infraestrutura disponível, presença de painéis interpretativos, capacidade de suporte e possíveis restrições ou fragilidades dos geossítios. Essa abordagem permite ao professor planejar as atividades de campo de acordo com os elementos de geodiversidade presentes na paisagem estudada (Oliveira e Albuquerque, 2023).

## ÁREA DE ESTUDO

O Litoral Norte do estado de Pernambuco (LNPE), compreende cerca de seis municípios, sendo eles: Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Igarassu e Paulista (Figura 1). A principal via de acesso é a BR-101 sentido João Pessoa (Norte) (Figura 01). O roteiro proposto será sobre o município de Goiana e Ilha de Itamaracá. A escolha se deu pela proximidade da área, visto que a proposta versa sobre uma aula em campo com duração de um dia.

Culturalmente, as praias mais turísticas da região são: Ponta de Pedras e Barra de Catuama em Goiana, e Praia do Forte Orange e Pilar na Ilha de Itamaracá. Estas áreas se destacam pelo turismo de sol e praia (ainda em expansão), a presença de rugosidade históricas (criação de fortes, fornalhas, engenhos de cana de açúcar e igrejas centenárias), cultura popular (Maracatu), gastronomia regional e forte expansão do comércio.

Figura 1: Mapa de localização do Litoral Norte de Pernambuco.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No quesito geológico, a área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar da Paraíba, mais especificamente a área pertencente ao litoral do estado de Pernambuco, na Sub-bacia de Olinda limitada estruturalmente a sul pela Zona de Cisalhamento Pernambuco e ao norte pela Falha de Goiana). A bacia é sobreposta por rochas supracrustais, graníticas e ortognaisses, do Paleoproterozóico ao Neoproterozóico (Topan, 2018). Conforme literatura, essa unidade tem sua evolução originada do rifteamento entre os continentes, Sul-Americano e Africano. Este primeiro grande evento tectônico reativou as zonas de cisalhamento com trend NE-SW e E-W, entre o Jurássico Inferior e o Eo-Cretáceo, durante o início da quebra do supercontinente Pangea (Castro; Bezerra; Castelo Branco, 2008; Matos, 2000; Rossetti et al. 2011). As zonas de cisalhamento foram reativadas no Cretáceo e no Terciário (Nóbrega et al. 2005).

A origem e a evolução da Bacia da Paraíba também estão relacionadas com a abertura do Atlântico, a partir da separação dos continentes Sul-americano e Africano. Esta bacia apresenta-se como uma extensão da margem atlântica do Brasil que sofreu uma evolução tardia, a partir de um processo de estiramento crustal (Barbosa; Viana; Neumann, 2006).

Seu embasamento é formado por rochas pré-cambrianas, pertencentes à Província Borborema, que estão inseridas no chamado Domínio Transversal, correspondente à região

limitada pelas zonas de cisalhamento de Patos e de Pernambuco (Santos, 1996). As unidades geológicas sintetizadas por Barbosa (2007), sedimentação de idade fanerozóica, que compõe a Sub-Bacia de Olinda são: 1) Formação Beberibe; 2) Formação Itamaracá; 3) Formação Gramame; 4) Formação Maria Farinha; 5) Formação Barreiras e por último, temos a deposição de alguns testemunhos, os 6) Arenitos de praia (*beachrocks*), distribuídos ao longo de toda a costa.

Geomorfologicamente, a área é formada por planícies fluviais Flúvio-lacustres, planícies Flúvio-Marinhas e planícies costeiras típicas nas áreas mais próximas do litoral. Ao adentrar mais para o continente a morfologia associada é típica de colinas amplas e suaves, tabuleiros e tabuleiros dissecados. Nos aspectos pedológicos, a área possui um mosaico com grandes manchas de Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos, Latossolos Amarelos, Espodossolos, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos e solos de mangue (Embrapa, 2006).

## **OS GEOSSÍTIOS E AS AULAS EM CAMPO NO LITORAL NORTE/PE**

Os seis geossítios do Litoral Norte de Pernambuco foram categorizados e agrupados em duas principais modalidades de aula de campo, com foco predominante na geodiversidade. É importante ressaltar que o professor além de trabalhar de forma bem evidente as questões geológicas e geomorfológicas, tem a oportunidade de explorar temas como formação de solos, dinâmica climática, influências da ocupação humana, entre outros conteúdos pertinentes. Além de alinhar-se com as habilidades e competências do currículo, a aula de campo promove a integração transversal, enriquecendo tanto o desenvolvimento pessoal quanto coletivo dos estudantes.

O estudo da geologia na educação básica é fundamental para proporcionar aos alunos uma compreensão abrangente dos processos geológicos que moldaram e moldam a Terra. Isso inclui a formação de minerais, rochas, e fósseis, bem como fenômenos naturais como terremotos, vulcões, intemperismo e erosão. Além de desenvolver habilidades críticas de observação, investigação e análise, o ensino de geologia promove uma compreensão interdisciplinar ao relacionar-se com outras disciplinas científicas como biologia, química e física. Essa abordagem prepara os estudantes para compreender os desafios ambientais globais e incentiva o interesse em carreiras científicas e áreas relacionadas à conservação de recursos e sustentabilidade ambiental.

Já a geomorfologia é crucial dentro da Geografia por se dedicar ao estudo das formas de relevo que caracterizam nosso planeta. Segundo Gomes et al (2019), o estudo da geologia e da geomorfologia permite aos alunos compreenderem melhor as dinâmicas e os processos que moldam o relevo terrestre, proporcionando uma base sólida para a compreensão das interações entre a natureza e a sociedade.

É fundamental enfatizar a importância de incorporar o estudo de elementos físicos naturais na educação básica. Essa abordagem não apenas enriquece o conhecimento dos alunos sobre o ambiente natural local, mas também promove o desenvolvimento de competências científicas e ambientais.

Ao explorar os geossítios e suas características geológicas e geomorfológicas, os estudantes têm a oportunidade de vivenciar conceitos abstratos de maneira prática e tangível, facilitando a compreensão da dinâmica da Terra e suas interações com a sociedade. Além disso, o planejamento cuidadoso das aulas em campo considerando as condições físicas e educativas dos geossítios proporciona uma experiência educacional mais rica e eficaz, contribuindo para o aprendizado significativo e o desenvolvimento integral dos estudantes.

#### CARACTERIZAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS DO LITORAL NORTE/PE

O primeiro geossítio é o Pedras do Pontal (Figura 2-A) que fica localizado próximo à Praia de Ponta de Pedras em Goiana. Trata-se de afloramentos calcários da Formação Maria Farinha Superior, distribuídos em uma área de 0,4 km<sup>2</sup>. Esta região apresenta processos geomorfológicos ativos, evidenciados pelas formas distintas das rochas. O ponto forte nesse geoambiente são os processos intempéricos. É possível observar no local a presença de rocha fresca e rocha intemperizada pelos mais diversos processos geomorfológicos. Notavelmente, no quesito geomorfologia, grandes bancos de areia se formam, propiciando a criação de pequenas lagoas que são amplamente exploradas pelo turismo.

Os processos físicos, intempéricos e erosivos contribuem para a preservação de paleofalésias significativas, cercadas predominantemente por vegetação. Sob uma perspectiva cultural e histórica, a área é marcada por um monumento histórico que a reconhece como o ponto mais oriental do Estado, e o segundo de toda a América no Oceano Atlântico. Este geossítio é bastante visitado, porém apresenta pouca infraestrutura para suportar um grande fluxo de pessoas. Os elementos culturais são proeminentes e frequentemente recebem mais destaque do que os elementos da geodiversidade no local.

O segundo é o Pontal do Funil (Figura 2-B), também no município de Goiana. A região abriga um afloramento estratigráfico que engloba todas as unidades da Bacia Sedimentar da

Paraíba – Sub-bacia de Olinda, ocupando uma área de aproximadamente 0,3 km<sup>2</sup>. Este é o único ambiente de acesso público na área que possibilita a observação completa da estratigrafia sedimentar conforme proposto por Barbosa (2004), além de destacar-se pela sua beleza cênica. A área é caracterizada por expressiva exposição geológica (presença de rocha fresca e de fósseis associada a processos intempéricos) e processos geomorfológicos (processos erosivos que vão moldando as rochas, surgimento de grandes bancos de areia e outros).

Nas proximidades do afloramento, formam-se piscinas naturais que atraem turistas, enquanto durante a maré baixa são visíveis grandes cordões arenosos, sendo o mais notável a Crôa da Baleia, um destino popular que recebe milhares de visitantes ao longo do ano. A Praia de Barra de Catuama não só é um local para a prática de esportes aquáticos, mas também um importante ponto turístico na região. O geoambiente apresenta média infraestrutura para suportar um grande fluxo de pessoas. Os elementos geológicos e os processos geomorfológicos são proeminentes e frequentemente recebem mais destaque.

O geossítio Trilha dos Holandeses (Figura 2-C), localizado no município de Ilha de Itamaracá, é detentor de afloramentos da Formação Maria Farinha situados no sopé dos morros da Formação Barreiras, integrando o passeio ecológico da ilha. Os visitantes utilizam essas rochas (rocha intemperizada) como cenário para fotografias e como apoio para embarcar e desembarcar. É importante destacar a dinâmica dos elementos abióticos e bióticos do lugar.

Ao longo da trilha, é possível apreciar os afloramentos em toda a sua extensão. A ação contínua do intemperismo e dos processos erosivos é evidente, o que requer uma atenção especial aos alunos durante a atividade educativa. Reforça-se que os elementos culturais e religiosos são de grande destaque, muitas vezes superando a atenção dedicada à geodiversidade no local. O geoambiente apresenta média infraestrutura para suportar um grande fluxo de pessoas. Os elementos culturais e históricos são proeminentes e frequentemente recebem bastante destaque.

As Geoformas do Forno da Cal (Figura 2-D) também localizados na Ilha de Itamaracá. Trata-se de afloramentos de rochas calcárias, da Formação Maria Farinha (Barbosa, 2005), que se estendem por uma área de 0,8 km<sup>2</sup>. Os processos geomorfológicos, resultantes de processos intempéricos e erosivos nesta região contribuíram para o desenvolvimento de diversas geoformas notáveis. Na toponímia local, algumas dessas formações são conhecidas como "Pedra Furada", "Pedra do Anel" e "Pedra do Jacaré". Essas geoformas são frequentemente exploradas para ensaios fotográficos, especialmente durante os períodos de maré baixa e lua cheia. Os elementos geomorfológicos recebem bastante destaque dos turistas.

Este geossítio, Geoformas do Forno da Cal, recebe essa atenção significativa devido aos processos geomorfológicos que moldaram suas distintas geoformas. Esses elementos esculturais da paisagem não apenas proporcionam um interesse estético e turístico, mas também oferecem uma oportunidade única para estudar e compreender as dinâmicas naturais que esculpiram essas formações ao longo do tempo geológico.

O geossítio Piscinas Naturais de Itamaracá (Figura 2-E), localizado na proximidade da Praia de Forte Orange. Trata-se de arenitos de praia que se formam a 900m da linha de costa na Ilha de Itamaracá. Estes depósitos quaternários são visíveis em qualquer período, destacando-se durante a maré baixa, quando formam grandes piscinas naturais. Apresentam uma morfologia alongada com granulação variando de fina a grossa e estratificação plano-paralela, com espessura métrica e coloração cinza clara. As camadas mergulham entre 10° e 15° em direção ao mar, e são cimentadas predominantemente por calcita de origem marinha.

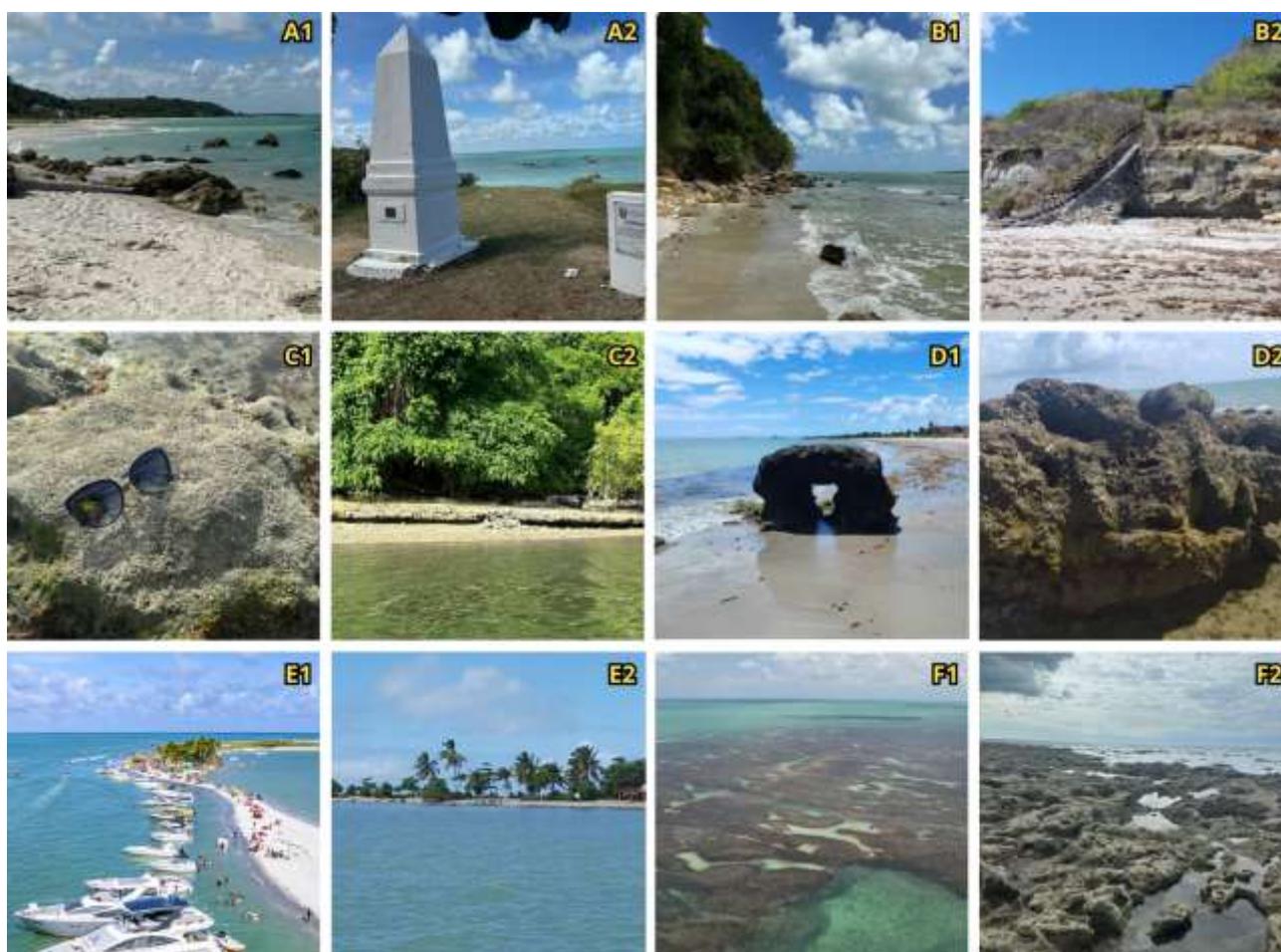
No quesito geomorfologia é importante destacar que os arenitos contêm areias quartzosas com fragmentos de conchas de moluscos, briozoários, equinóides e algas calcárias em pequenas quantidades que são possíveis de serem observadas. A área é caracterizada por uma rica biodiversidade, incluindo corais, peixes e algas, além da formação de bancos de areia e ilhotas nas proximidades. Os elementos culturais e históricos são proeminentes e quase sempre recebem bastante destaque.

Por último, temos o geossítio Ilha Coroa do Avião (Figura 2-F), localizado nas proximidades da Ilha de Itamaracá, mas pertencente ao município de Igarassu. Trata-se de uma ilha com idade de formação quaternária, com uma área total de 0,9 km<sup>2</sup>, caracterizada pela presença de bancos e cordões de areia que se conectam ao continente durante a maré baixa, além de piscinas naturais. A ilha é reconhecida na literatura como importante barreira de contenção das águas oceânicas na desembocadura do Canal de Santa Cruz. O ambiente geológico é predominantemente composto por areia, variando de grossa a muito fina, dependendo da área de influência das águas do rio e dos sedimentos provenientes do oceano. O controle atualmente é exercido pelos aspectos geomorfológicos, que moldam continuamente a ilha ao longo do tempo.

O conhecimento detalhado por parte do professor sobre os elementos da geodiversidade dos geossítios, incluindo suas características físico-naturais, socioeconômicas e culturais, é fundamental para o planejamento eficaz das aulas em campo. Esta preparação não apenas permite a seleção adequada dos locais a serem visitados, mas também facilita a integração de conceitos geográficos essenciais que ajudam os alunos do Ensino Fundamental a compreenderem as paisagens e territórios explorados.

A combinação do aprendizado teórico com a experiência prática durante as atividades em campo não apenas torna o processo educativo mais envolvente e significativo, mas também oferece uma oportunidade única para os alunos explorarem diretamente o que aprenderam em sala de aula. No entanto, para garantir o sucesso dessas atividades, é crucial considerar diversos aspectos logísticos, como o período ideal para visitação, além de questões de infraestrutura adequada, especialmente ao lidar com alunos do Ensino Fundamental e Médio.

Figura 2: A- Pedras do Pontal; B-Pontal do Funil; C- Trilha dos Holandeses; D- Geoformas do Forno da Cal; E- Ilha Coroa do Avião; F- Piscinas Naturais de Itamaracá



Fonte: Autores (2024).

### PROPOSTA DE ROTEIRO DE VISITAÇÃO PELO *GOOGLE EARTH*

O *software Google Earth* facilita a realização de atividades educacionais, tanto nos ambientes formais quanto informais de ensino, utilizando imagens orbitais disponíveis gratuitamente (Costa; Menezes; Mucida, 2019). Sua interface simplificada é especialmente adequada para o ambiente escolar, oferecendo uma poderosa ferramenta para o desenvolvimento das habilidades dos alunos na interpretação da linguagem cartográfica,

observação da paisagem e compreensão da dinâmica abiótica em um determinado geoambiente. Isso inclui a compreensão de proporções de escala, orientação, espacialização, visualização oblíqua e em 3D, verticalidade, lateralidade, perfil de elevação e outros.

Além disso, o software possibilita a criação de atividades que exploram conceitos cartográficos e suas aplicações nos temas geográficos em escalas global, regional e local. A elaboração de mapas, cartas, croquis e maquetes está alinhada com as diretrizes curriculares federais, destacando sua importância para a compreensão dos elementos físicos naturais e sua relevância educacional.

A Figura 3 apresenta uma proposta de itinerário para visitar os seis geossítios do Litoral Norte de Pernambuco, disponível em: <<https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1usLwPhJLd3SkNLE574hxx08fBJIptHc&usp=sharing>>. Na figura também foi disponibilizado o acesso em Qrcode. Reforça-se que o acesso poderá ser feito por qualquer ferramenta digital (celular, *nothebook*, computador, *tablets*) e a sugestão de trilha poderá ser impressa. Esta contribuição inicial está sujeita a ajustes e modificações devido a variados fatores. Além disso, não foram contemplados os custos e despesas potenciais associados a essa atividade de campo.

O ponto de partida foi do Marco Zero em Recife até o município de Goiana. A primeira parada foi no geossítio Pedras do Pontal, seguida pela visita ao geossítio Ponta do Funil, localizado na Praia de Barra de Catuama. Após as observações nessas duas localidades, sugere-se continuar até a Ilha de Itamaracá, conhecida por seu polo gastronômico diversificado. Após o horário do almoço, recomenda-se visitar a Fortaleza de Santa Cruz de Itamaracá, também conhecida como Forte Orange.

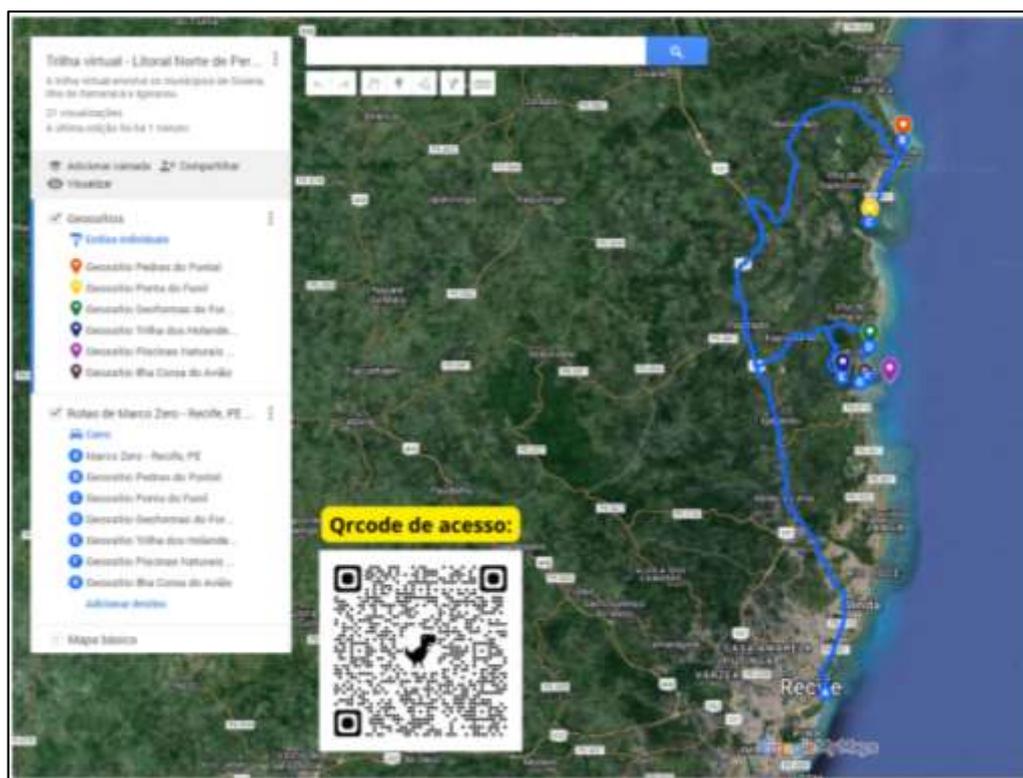
Próximo desse geoambiente, os alunos poderão explorar o geossítio Geoformas do Forno da Cal. Em seguida, sugere-se que os alunos prossigam para o Geossítio Trilha dos Holandeses. No final da tarde, os alunos terão a oportunidade de desfrutar do geossítio Piscinas Naturais de Itamaracá, possivelmente em um passeio de barco ou outro meio de transporte aquático, culminando com o pôr do sol no Geossítio Ilha Coroa do Avião.

A utilização da trilha virtual pelo Google Earth emerge como uma ferramenta estratégica de ensino, oferecendo uma experiência enriquecedora e acessível para explorar geossítios. Esta plataforma não apenas facilita o planejamento e a organização das visitas de campo, mas também permite que os alunos explorem de forma detalhada e interativa os locais antes mesmo de saírem da sala de aula.

Ao simular virtualmente cada etapa do itinerário proposto, os estudantes podem familiarizar-se com a geografia física e cultural dos geossítios, compreender suas características

geológicas e ambientais, e apreciar a importância da conservação desses espaços naturais. Além disso, a trilha virtual promove uma aprendizagem imersiva, incentivando a pesquisa independente e a análise crítica, preparando os alunos para uma experiência de campo mais instrutiva e significativa.

Figura 3: Interface do Google Earth com a trilha virtual.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

## PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA AULA EM CAMPO

Com o intuito de promover um planejamento eficiente e a execução bem-sucedida das aulas em campo, foi desenvolvido um checklist (quadros 1 e 2) propostos por Oliveira e Albuquerque (2023) e adaptados conforme realidade local. Este instrumento visa assegurar que as atividades sejam conduzidas de forma organizada e proveitosa. Antes da realização da atividade, é crucial realizar uma contextualização completa do local a ser visitado (sugerido anteriormente), proporcionando informações detalhadas tanto aos alunos sobre o ambiente quanto aos procedimentos necessários durante a aula em campo.

As aulas em campo são essenciais para o ensino, proporcionando aos alunos uma observação direta e detalhada dos elementos físicos naturais. Esse método não só complementa o aprendizado teórico, mas também desenvolve habilidades práticas de análise e compreensão

dos processos naturais. Ao explorar ambientes reais, os alunos podem aplicar seus conhecimentos de forma significativa, promovendo um aprendizado engajado e estimulando o interesse pela ciência e pela conservação ambiental.

Para planejar o melhor período de visitação, é essencial considerar diversos aspectos, como a estação climática mais apropriada (seca ou chuvosa), o mês específico, o dia da semana e a duração ideal da visita (conforme indicado no quadro 1). Esses elementos são fundamentais para proporcionar uma experiência educativa mais enriquecedora e segura, adaptando-se às condições ambientais e otimizando os benefícios da atividade em campo.

Oliveira e Albuquerque (2023) definem da seguinte forma o período e duração da visita: Estação Climática: Optar pela estação mais propícia para visitar o local e obter o máximo aproveitamento; Mês do Ano: Escolher o mês ideal para realizar a visita; Dia da Semana: Selecionar os melhores dias para a realização da visita; Duração: Estimar o tempo necessário para explicação e percorrer a trilha no local (Quadro 1).

Quadro 1. Planejamento das aulas em campo: período e duração da visita.

<b>Município/ Praia</b>	<b>Geossítio</b>	<b>Estação Climática</b>	<b>Mês do ano</b>	<b>Dia da Semana</b>	<b>Duração mínima da visita (trilha/explicação)</b>
Goiana/ Pontas de Pedra	Pedras do Pontal	Seca/ Chuvosa	Indiferente	Indiferente – Entre as segundas-feiras a Quartas-feiras o fluxo de pessoas é menor.	Entre 1h – 2h
Goiana/ Barra de Catuama	Pontal do Funil	Seca/ Chuvosa	Evitar o período de férias escolares	Indiferente Terças-feiras o fluxo de pessoas é menor.	Entre 2h – 3h
Ilha de Itamaracá/ Forte Orange	Trilha dos Holandeses	Seca/ Chuvosa	Evitar o período de férias escolares	Indiferente Quartas-feiras o fluxo de pessoas é menor.	Entre 2h – 3h
Ilha de Itamaracá/ Praia do Pilar	Geofomas do Forno da Cal	Seca/ Chuvosa	Indiferente	Indiferente Quartas-feiras o fluxo de pessoas é menor.	Entre 1h – 2h
Igarassu	Ilha Coroa do Avião	Seca/ Chuvosa	Evitar o período de férias escolares	Indiferente Quartas-feiras o fluxo de pessoas é menor.	Entre 1h – 2h
Ilha de Itamaracá/ Praia do Forte	Piscinas Naturais de Itamaracá	Seca/ Chuvosa	Indiferente	Indiferente Evitar os fins de semana.	Entre 1h – 2h

Fonte: Adaptado de Oliveira; Albuquerque (2023).

Para planejar eficazmente uma aula em campo, é essencial considerar vários aspectos relacionados à infraestrutura e logística. As autoras citadas anteriormente reforçam a importância de avaliar a acessibilidade do local, verificar a disponibilidade de infraestrutura como banheiros e áreas de descanso, verificar se há painéis interpretativos para enriquecer a experiência educativa, entender a capacidade de suporte do ambiente para evitar impactos negativos e identificar quaisquer restrições ou fragilidades dos geossítios que possam afetar a segurança e a experiência dos participantes. Esses cuidados garantem não apenas a segurança e o conforto durante a atividade, mas também contribuem para uma aprendizagem significativa e enriquecedora sobre o ambiente natural e suas características específicas.

De acordo com Oliveira e Albuquerque (2023), é importante destacar nesses espaços a(o): **Acessibilidade:** Verificar a presença de rodovia ou trilha de acesso, disponibilidade de elementos audiovisuais, condições das estradas pavimentadas e adequação da sinalização; **Infraestrutura:** Avaliar a existência de áreas para descanso, disponibilidade de banheiros, presença de bancos, pontos de venda e restaurantes próximos ao local; **Painel interpretativo:** Assegurar que as informações sejam acessíveis e adequadas ao público escolar, facilitando a compreensão e o aprendizado durante a visita; **Uso limitado (capacidade de suporte):** Considerar a capacidade máxima de pessoas que o local pode suportar sem comprometer sua integridade e qualidade ambiental; **Restrições/Fragilidade:** Identificar quaisquer regras específicas a serem seguidas no local e entender as fragilidades ambientais que possam exigir precauções adicionais durante a visita (Quadro 2).

Quadro 2. Planejamento das aulas em campo: Infraestrutura e logística

<b>Geossítio</b>	<b>Interesse Local</b>	<b>Acessibilidade de</b>	<b>Infraestrutura (suporte)</b>	<b>Painel Interpretativo (elementos didáticos)</b>	<b>Uso limitado/ Capacidade de suporte</b>	<b>Restrições/ Fragilidade</b>
Pedras do Pontal	Geomorfológico, Histórico, Cultural	Acessível, não precisa pedir autorização, acesso por estrada asfaltada	Área para acampamento e recreação. Somente uma rede de hotel disponível nas proximidades (400 m).	Não possui painel e nem uma outra forma de informação.	Não existem dados disponíveis. Não suporta fluxo contínuo com mais de 200 pessoas.	Não há restrições nos elementos da geodiversidade; Nas rugosidades históricas é visível o abandono por parte do poder público.
Pontal do Funil	Geológico, Geomorfológico,	Acessível por rodovia asfaltada a 4 km do centro	Restaurantes, estacionamento, banheiros,	Não possui painel e nem uma outra	Não existem dados disponíveis.	É visível a ação contínua do intemperismo

	Paleontológico, Cultural	de Pontas de Pedra)	barracas e ambulantes. Variedade hoteleira disponível nas proximidades (100 m).	forma de informação.		e processos erosivos em níveis de alto risco.
Trilha dos Holandeses	Geomorfológico, Histórico, Cultural	Acessível, não precisa pedir autorização, local aberto, acesso por estrada.	Restaurantes, estacionamento, banheiros, barracas e ambulantes. Variedade hoteleira disponível nas proximidades (150 m).	Não possui painel e nem uma outra forma de informação.	Não existem dados disponíveis. Não suporta fluxo contínuo com mais de 300 pessoas.	Não há restrições;
Geofornas do Forno da Cal	Geomorfológico	Acessível e situado as margens da rodovia.	Restaurante, estacionamento, banheiros, barracas e ambulantes. Variedade hoteleira disponível nas proximidades (250 m).	Não possui painel e nem uma outra forma de informação.	Não existe.	É visível a ação contínua do intemperismo e processos erosivos em níveis de alto risco.
Ilha Coroa do Avião	Geomorfológico, Hidrográfico	Acessível por transporte aquático. É necessário pagar uma taxa única por pessoa para o deslocamento – a 1km de distância da costa. Em períodos de ressaca de maré é possível fazer a travessia pelos cordões/bancos de areia: sentindo Igarassu/Ilha Coroa do Avião.	Restaurante, estacionamento, banheiros, barracas e ambulantes. Variedade hoteleira disponível nas proximidades (1000 m).	Não possui painel e nem uma outra forma de informação.	Não existem dados disponíveis. É necessário se organizar para a grande demanda de turistas.	Não há restrições
Piscinas Naturais de Itamaracá	Geológico, Geomorfológico, Histórico, Cultural	Acessível e situado as margens da rodovia. No entanto, para se chegar ao local é preciso utilizar	Restaurante, estacionamento, banheiros, barracas e ambulantes. Variedade hoteleira disponível nas	Não possui painel e nem uma outra forma de informação.	Não existe. É necessário se organizar para a grande demanda de turistas.	Não pode pisar em cima dos arenitos (presença de corais).

		transporte aquático – a 900m da linha de costa.	proximidades (1200 m).			
--	--	---	------------------------	--	--	--

Fonte: Adaptado de Oliveira; Albuquerque (2023).

Percebe-se que os geossítios ainda possuem certa fragilidade em receber um fluxo elevado de turistas. Reforça-se a importância da criação, organização e disponibilização de no mínimo painéis informativos com informações geológicas, geomorfológicas, históricas, culturais e de suporte nesses ambientes. Os geoambientes são espaços de suma importância na aprendizagem dos alunos referente aos temas dos elementos físicos naturais.

O êxito da aula em campo é substancialmente influenciado pelo planejamento didático-pedagógico, que demanda a meticulosa seleção de conceitos e temas a serem abordados, além da aplicação de metodologias e linguagens apropriadas para a introdução da temática tanto na sala de aula quanto no ambiente de campo. É fundamental considerar as unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades delineadas para a educação básica, com foco nos níveis fundamental e médio, conforme estipulado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 e no currículo atualmente adotado em Pernambuco desde 2021.

A realização de aulas em campo desempenha um papel crucial no ensino da geodiversidade na educação básica. Essas experiências práticas proporcionam aos alunos a oportunidade única de vivenciar diretamente os conceitos geográficos estudados em sala de aula, permitindo uma conexão mais profunda com o ambiente natural.

Ao explorar geossítios e paisagens geológicas/geomorfológicas, os estudantes não apenas ampliam seu conhecimento teórico, mas também desenvolvem habilidades de observação, análise e interpretação *in situ*. Além disso, as aulas em campo estimulam o interesse dos alunos pela ciência, promovendo um aprendizado mais significativo e duradouro. Portanto, integrar essas atividades ao currículo escolar não apenas enriquece a educação geográfica, mas também prepara os alunos para compreender e apreciar melhor a diversidade natural do nosso planeta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de aula de campo apresentada neste estudo demonstra um caminho promissor para a educação em geodiversidade na Educação Básica. A integração dos princípios da geoeducação com as diretrizes dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU representa um avanço significativo na formação dos estudantes para uma cidadania global

consciente e responsável. Ao explorar geossítios como as Pedras do Pontal e Piscinas Naturais de Itamaracá, os alunos não apenas ampliam seus conhecimentos em geociências, mas também desenvolvem uma conexão prática e emocional com o ambiente, estimulando a preservação e o entendimento das complexidades geológicas e geográficas locais.

No âmbito metodológico, a abordagem qualitativa adotada neste estudo permitiu uma análise profunda das potencialidades didático-científicas dos geossítios selecionados. Os dados discutidos sugerem que o método desenvolvido por Oliveira e Albuquerque (2023) foi adequado para alcançar o objetivo. A classificação das áreas de interesse com base na relevância da geodiversidade proporcionou um planejamento e execução das atividades de campo otimizadas, levando em consideração critérios como sazonalidade, infraestrutura e acessibilidade. Essa metodologia não apenas facilita o ensino interdisciplinar, mas também fortalece a integração entre teoria e prática, essencial para o aprendizado significativo dos alunos.

A utilização da trilha virtual pelo *Google Earth* se revela não apenas como uma ferramenta estratégica, mas também como um recurso educacional poderoso para o estudo e a exploração dos geossítios. Ao permitir uma preparação detalhada e interativa antes das visitas de campo, essa plataforma facilita não só o planejamento logístico, mas também enriquece a experiência de aprendizado dos alunos. Através dessa abordagem, os estudantes podem compreender profundamente as características geográficas, geológicas e ambientais dos locais estudados, assim como internalizar a importância da conservação desses ambientes naturais. Além disso, a trilha virtual promove uma aprendizagem ativa e autônoma, incentivando a investigação e a análise crítica. Dessa forma, ao preparar os alunos de maneira mais completa para suas experiências de campo, a trilha virtual pelo *Google Earth* contribui significativamente para a formação educacional e ambiental dos estudantes.

Todos os geossítios estudados possuem potencial para serem usados para educação e pesquisa científica devido às suas características geológicas distintas e relevantes. Na pesquisa de campo, foram identificados diversos problemas nos geossítios. A falta de estrutura básica é uma preocupação significativa, com a ausência de trilhas adequadas, placas informativas e áreas de descanso. Além disso, o acesso limitado a alguns geossítios dificulta tanto a visita quanto a realização de pesquisas científicas e/ou acesso ao turismo sustentável. As intervenções humanas, como construções e desmatamento, têm modificado as características naturais e geológicas desses locais. Adicionalmente, alguns geossítios enfrentam descaracterização, perdendo suas características originais devido a atividades humanas ou desastres naturais, o que compromete seu valor tanto científico quanto educacional.

Esses problemas podem afetar negativamente a preservação/conservação e o uso educacional desses locais importantes. A gestão adequada e a conscientização sobre a importância dos geossítios são fundamentais para mitigar esses desafios e garantir que esses recursos naturais valiosos sejam preservados e conservados para as futuras gerações.

Nos geossítios, apesar de alguns com sua relevância internacional, é evidente a falta de gestão por parte dos órgãos responsáveis, especialmente considerando a fragilidade natural e a vulnerabilidade à influência humana. A ausência de uma gestão adequada pode comprometer a preservação desses locais de interesse geológico, permitindo que sofram impactos negativos como desenvolvimento não sustentável, poluição e perda de características naturais únicas. É essencial um cuidado rigoroso e políticas eficazes para garantir a conservação desses geossítios para as gerações futuras, preservando seu valor científico, educacional e ambiental.

Por fim, a implementação dessas aulas de campo não deve ser vista apenas como uma oportunidade educacional, mas também como um compromisso com a preservação, conservação e sustentabilidade ambiental. A sensibilização dos estudantes quanto à importância da geoconservação e geoeducação dos geossítios visitados é crucial para a conscientização das futuras gerações sobre o impacto humano no meio ambiente. Portanto, investir em estratégias educacionais como está não apenas enriquece o currículo escolar com conhecimentos geográficos e geológicos, mas também promove uma cultura de respeito, cidadania e responsabilidade em relação ao patrimônio natural, preparando os alunos para enfrentar os desafios ambientais globais com conhecimento e consciência crítica.

## REFERÊNCIAS

- AROUCA DECLARATION. **International Congress of Geotourism** – AROUCA. Arouca, 2011.
- BARBOSA, J. A. **A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos**. Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco Tese de Doutorado, 114p, 2007.
- BARBOSA, J.A.; VIANA, M.S.S.; NEUMANN, V.H. Paleoambientes e icnofácies da seqüência carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo-Paleogeno), Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, 36: 73-90, 2006.
- BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M.; LIMA FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. A. Estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma reconstituição. **Estudos Geológicos**, Universidade Federal de Pernambuco. 13: 89-108, 2003.
- BRASIL. MEC – Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciah.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

\_\_\_\_\_. MEC – Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Brasília, 2018. Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2024.

\_\_\_\_\_. MEC – Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Fundamental**. Brasília, 2018.

BRILHA, J; PEREIRA, D; PEREIRA, P. Geodiversidade: valores e usos. Braga: Universidade do Minho, 2008.

BRILHA, J. **Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage Editores, Braga, 1-183, 2005.

BROCKS, M.; SEMENIUK, V. The ‘8Gs’—a blueprint for geoheritage, geoconservation, geoeducation and geotourism. **Australian Journal of Earth Sciences**, v. 66, n. 6, p. 803-821, 2019.

CASTRO, D. L., BEZERRA, F. H. R., CASTELO BRANCO, R. M. G. Geophysical evidence of crustal-heterogeneity control of fault growth in the Neocomian Iguatu Basin, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** 26: 271–285, 2008.

COSTA, S. L.; MENEZES, R. S.; MUCIDA, D. P. Roteiro de uso do Google Earth como proposta complementar ao ensino-aprendizagem da cartografia no ensino básico. **Geomae**, Campo Mourão, v.10, n.2, p.92-108, 2019.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2 edição. Rio de Janeiro; Brasília, 306p, 2006.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. **Geoheritage**, v. 2, n. 1, p. 57-75, 2010.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature: 2. ed.: 1-495. John Wiley & Sons, Chichester, 2013.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature: 1. ed.: 1-434. John Wiley & Sons, Chichester, 2004.

GOMES, J. F.; LUNA, V. F.; SILVA, M. O.; RIBEIRO, S. C. A importância da aula de campo como metodologia de ensino de geomorfologia do semiárido: relato de experiência nos sertões da Paraíba e do Rio Grande do Norte. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 784–794, 2019. DOI: 10.35701/rcgs.v21n2.561.

GUIMARÃES, T. O., MARIANO, G.; SÁ, A. A. **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, província de Neuquén, República Argentina, 2013.

HOSE, T. A. **Geotourism – Selling the earth to Europe**. In MARINOS, K. e STOURNARAS, T. (Eds), Engineering geology end the Environment. Balkema, Rotterdam, 1997.

HOSE. T. A. Selling the Story of Britain's Stone. **Environmental Interpretation**, n.10, 2, p.16- 17, 1995.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: IPEA; IBGE, 2014.

MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. Atlantic Rifts and Continental Margins: In: Mohriak, W., Talwani, M. (Eds.), **Geophysical Monograph**, 115: 331–354, 2000.

NASCIMENTO, M. A. L. do., RUCHKYS, U. A. e MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para conservação do patrimônio geológico**. Sociedade Brasileira de Geologia-SBE, 82p., 2008.

NASCIMENTO, M. A. L. do., RUCHKYS, U. A. e MANTESSO-NETO, V. Geoturismo: um novo segmento do turismo no Brasil. **Global Tourism**, V. 3, No 2, 2007.

NEWSOME, D; DOWLING, R. “**The scope and nature of geotourism**”. In: DOWLING, R e NEWSOME, D. Geotourism. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2006, p.3-25.

PERNAMBUCO, Secretaria de Educação e Esportes. **Currículo de Pernambuco: ensino fundamental e Médio**. Secretaria de Educação e Esportes, União dos Dirigentes Municipais de Educação. Recife: Secretaria, 2021.

PERNAMBUCO, Secretaria de Educação. **Parâmetros Curriculares para a Educação Básica do Estado de Pernambuco: Parâmetros Curriculares de Geografia – Anos Finais e Médio**. Secretaria de Educação, CAEd Faculdade de Educação, União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação, 2013.

PIEKARZ, G.; LICCARDO, A. Turismo Geológico na rota dos tropeiros. **Global Tourism**. Vol. 3, nº 2. Novembro de 2007. ISSN: 1508-558X, 2007.

ROSSETTI, D.F., BEZERRA, F.H.R., GÓES, A.M., VALERIANO, M.M., ANDRADES-FILHO, C.O., MITTANI, J.C.R., TATUMI, S.H., NEVES, B.B.B.. Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: Landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. **Revista Palaeogeography**, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 300: 191–204, 2011.

RUCHKYS, U. A. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO**. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Tese de Doutorado, 211p, 2007.

OLIVEIRA, B. A.; ALBUQUERQUE, F. N. B. Aula em campo nos geossítios do Geopark Araripe, Ceará: uma proposta para o ensino fundamental de geografia. **Geoconexões**, [S. l.], v. 3, n. 17, p. 183–202, 2024. DOI: 10.15628/geoconexes.2023.15004.

TOPAN, J. G. O. **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, 2018.

VEIGA, T. A Geodiversidade do cerrado. Brasília, DF: Pequi Pesquisa e Conservação do Cerrado, 2002.

## CAPÍTULO 11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Zona Costeira Norte do Estado de Pernambuco apresenta um potencial significativo para o estudo e conservação da geodiversidade, devido à sua rica variedade geológica e geomorfológica, além das relevâncias cultural e histórica. A identificação e catalogação de geossítios, como a Mina Poty, Ponta do Funil e Piscinas naturais de Paulista, destacam a importância desta região no contexto nacional e internacional. A integração de geoconservação e geoeducação, aliada ao desenvolvimento de estratégias de geoturismo, é fundamental para garantir a preservação/conservação e o uso sustentável dos recursos naturais. A implementação de políticas públicas e privadas eficazes, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, permitirá a valorização e proteção desse geopatrimônio para as futuras gerações, promovendo ao mesmo tempo a educação e o desenvolvimento territorial sustentável.

Este estudo proporcionou a identificação e caracterização do geopatrimônio do Litoral Norte de Pernambuco, em específico a Bacia Sedimentar da Paraíba – Sub-Bacia de Olinda, visando, em seguida, a elaboração de propostas de geoconservação direcionadas ao desenvolvimento do geoturismo, geoeducação e à popularização das Geociências.

As investigações realizadas possibilitaram, em um primeiro momento, a identificação dos principais componentes da geodiversidade local, abrangendo seus índices e características. Os elementos de maior relevância observados incluem a geologia e a geomorfologia da região. Com base nesse conhecimento, iniciou-se o processo de inventariação, envolvendo a seleção criteriosa, a descrição detalhada e a análise dos sítios.

Este estudo apresenta como resultado a identificação de 14 geossítios, que foram descritos sob os aspectos geológicos, culturais, turísticos e educativos, consolidando, conforme a proposta apresentada, o geopatrimônio do Litoral Norte de Pernambuco. A conclusão desta etapa orientou os demais objetivos específicos e possibilitou algumas considerações importantes detalhadas em todos os capítulos.

Reforça-se que a região de estudo possui uma geologia de relevância internacional, caracterizada por uma litologia diversificada e paisagens distintas das demais áreas litorâneas do estado, classificando a região como detentora de uma rica geodiversidade e um significativo patrimônio geológico para o Brasil. Neste contexto, destaca-se que a região registra um dos últimos pontos de conexão entre os continentes Africano e Sul-Americano, abertura do Oceano Atlântico, e no local ainda são encontrados Formações geológicas (Gramame e Maria Farinha) que testemunham o limite entre Cretáceo e Paleógeno (K/Pg) caracterizado por um evento catastrófico, resultado da queda do meteoro que culminou com a extinção dos dinossauros. Este

contato geológico, um dos poucos expostos na Terra, reforça a importância da Bacia Sedimentar da Paraíba em sua porção centro-sul, especificamente a Sub-Bacia de Olinda, do ponto de vista do valor científico e histórico da região e do planeta.

Metodologicamente, as abordagens utilizadas permitiram uma análise profunda das potencialidades didático-científicas dos geossítios, demonstrando a adequação dos métodos utilizados para alcançar os objetivos propostos. As intervenções humanas e desastres/eventos naturais que descaracterizam os geossítios são mencionados como problemas significativos que comprometem o valor educativo e científico desses locais.

Com relação aos produtos virtuais e físicos desenvolvidos ao longo da pesquisa cita-se: i) elaboração de um livro temático que reúne uma coletânea de trabalhos e pesquisadores sobre os elementos da geodiversidade do estado de Pernambuco (Apêndice 01 – em elaboração); ii) cadastramento dos sítios na Plataforma Geosit (Apêndice 02); iii) criação de redes sociais para geodivulgação de curiosidades e temáticas atreladas (Apêndices 03 e 04); iv) a criação de site específico sobre a temática que tem por objetivo a popularização da geodiversidade de Pernambuco (Apêndice 05); e v) resumo publicado em Anais de Simpósio Nacional.

A contribuição a comunidade acadêmica e demais interessados se deu a partir de materiais que foram criados, destacando-se quatro artigos já publicados em periódicos com Qualis A (Avaliação CAPES 2017-2020), e três que foram submetidos (dois estão em processo de avaliação e 01 aguardando parecer inicial) também em periódicos com Qualis A (Avaliação CAPES 2017-2020). Estes trabalhos contribuem significativamente para ampliar o valor científico da região e demais incentivos além da popularização da área no contexto local, nacional e internacional.

Espera-se que as iniciativas apresentadas nesta tese permitam que vá além do ambiente universitário e acadêmico (extrapolem as barreiras da universidade), sendo amplamente adotada por agentes multiplicadores sejam eles do setor público e/ou privado. O objetivo é atingir um público mais amplo e promover a conscientização sobre geoconservação dessas áreas tão importantes. Com isso, as comunidades locais poderão utilizar os recursos geológicos e geomorfológicos de seu território como ferramenta indispensável para impulsionar seu desenvolvimento social e econômico, pautando-se nos princípios da interdisciplinaridade e sustentabilidade, e garantindo a conservação ambiental aliada ao crescimento sustentável e protagonismo local.

Por fim, o trabalho ressalta a necessidade de pesquisas adicionais e a popularização das temáticas relacionadas à geodiversidade e geociências em ambientes formais e não formais de ensino. A criação de materiais educativos, como folders, cartilhas e trilhas virtuais, é sugerida

como uma forma de integrar diversão e saberes científicos, promovendo o desenvolvimento sustentável e a conservação dos elementos da geodiversidade para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, A. C. A. **Geologia, Geoquímica e Significado Tectônico do Complexo Metanortosítico de Passira – Província Borborema-Nordeste Brasileiro**. 2001. 168 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ALMEIDA, J. A. C. **Iconofósseis 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, 2007.
- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B. & FUCK, R. A. 1977. **Províncias estruturais brasileiras**. 8º Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande. Resumo das comunicações. Campina Grande: SBG, 79p. (Boletim Especial SBG, Núcleo Nordeste, 6) p.12–13.
- ANDRADE, M. C. **Itamaracá, uma capitania frustrada**. Recife: FIDEM/CEHM, 1999. Coleção Tempo Municipal.
- ARRUDA, I. R. P. **Análise geomorfológica dos depósitos de encosta no município de Carpina, Zona da Mata Norte - PE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
- ARRUDA, Í. R. P. DE ., LIMA, G. R. DE ., LISTO, D. G. DA S. ., MARIANO, G. ., & GUIMARÃES, T. DE O. **Proposta de geoconservação no distrito de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, NE do Brasil**. Geologia USP. Série Científica, 23(2), 87-98, 2023. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-204675>.
- ARRUDA, I. R. P., GUIMARÃES, T. O. Análise vegetacional do município de Brejo da Madre de Deus - Pernambuco. **Revista Geofronter**, 6, 01-17, 2020.
- BARRETO, A. M. F ; POLCK, M. R. . **Fósseis de Pernambuco: Desafios na Busca de Conexões para Integrar Sociedade a seus Acervos**. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ , v. 44, p. 1-10, 2021.
- BEURLLEN, K. 1967A. **Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, 16(1): 43-53
- BEURLLEN, K., 1967B. **Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa**. Boletim de Geologia da Universidade Estadual de São Paulo, 16: 73–79.

MENDONÇA, J. F. B. **Solo: substrato da vida.** / José Francisco Bezerra Mendonça. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

BORBA, A. W. **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, 2011. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.23832>

BRAGA, M. B. **Biodiversidade das unidades de conservação do Recife** [recurso eletrônico] / Maíra Batista Braga, Marcelo Sobral Leite, Sandra Cristina Soares da Luz. - Ananindeua : Itacaiúnas, 2021.

BRILHA, J. 2015. **Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review.** Geoheritage. <http://dx.doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>.

BRILHA, J. 2005. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica.** Palimage Editores. Braga.

BRITO NEVES, B.B., SANTOS, E.J. & VAN SCHMUS, W.R. 2000. **Tectonic History of the Borborema Province, Northeast Brazil.** In: Cordani, U.G., Milani, E. J., Thomaz Filho, A. Campos, D.A. (Eds.), Tectonic Evolution of South America, Rio de Janeiro, 31st International Geological Congress, p. 151–182.

BRITO NEVES B.B., VAN SCHMUS W.R, SANTOS E.J, CAMPOS NETO M.C.C. 1995. **O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas.** Rev. Bras, de Geoc., 25:151-182.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 2 ed., 1980, 188p.

CLAUDINO-SALES. V. Geodiversity and geoheritage in the perspective of geography. **Bulletin of Geography. Physical Geography Series**, n. 21, p. 45–52, 2021.

CORRÊA, A. C. B. **Contribuição à análise do Recife como um Geossistema Urbano.** Revista de Geografia, Recife, v.23, n.3, p.86-105, 2006.

CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil.** 2001. 386 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001.

DECLARAÇÃO DE AROUCA. 2011. **Declaração de Arouca. Congresso Internacional de Geoturismo** – “Geotourism in Action - Arouca 2011. Disponível em:

[http://www.geoparquearouca.com/geotourism2011/adm/upload/30.declaracao\\_de\\_arouca\\_pt.pdf](http://www.geoparquearouca.com/geotourism2011/adm/upload/30.declaracao_de_arouca_pt.pdf). Dominguez, J. M. L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Leão, Z. M. A. N.; Azevedo, A. E. G. 1990. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências*, 20:208-215.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1979). **Serviço nacional de levantamento e conservação de solos**. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro.

FERREIRA, B. 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, 2014.

FERREIRA, A. G., MELLO, N. G. S. **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* 1, 15-28, 2005.

GARCIA, M. G. M. **Gondwana Geodiversity and Geological Heritage: Examples from the north coast of São Paulo State, Brazil**. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 35, p. 101-111, 2012.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B.; GUERRA, A. J. T. **Influência da climatologia rítmica sobre áreas de risco: o caso da Região Metropolitana do Recife para os anos 2000 e 2001**. *Revista de Geografia, Recife*, v.23, n.1, p.3-41, 2008.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B.; NÓBREGA, R. S.; DUARTE, C. C. **O papel do clima nos estudos de prevenção e diagnósticos de riscos geomorfológicos em bacias hidrográficas na Zona da Mata Sul de Pernambuco**. In: GUERRA, A. J. T.; OLIVEIRA, J. M. C. (Org.). *Erosão e movimentos de massa: recuperação de áreas degradadas e prevenção de acidentes*. São Paulo: Oficina de Textos, p.126-159, 2013.

GOMES, M. I. F. **Colina Histórica De Igarassu: Iluminação E Embutimento Subterrâneo Das Redes Aéreas**. Dissertação (Mestrado Profissiona), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, 2011.

GRAY, M. 2004. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. John Wiley and Sons, Chichester, England.

GUIMARÃES, T. DE O.; MARIANO, G.; SÁ, A. A. Roteiros Geoturísticos no Litoral Sul de Pernambuco. **Estudos geológicos**. Vol 26(3) Especial, 2016.

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 S.T, et al. Caracterização e classificação de gleissolos da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil. **Rev Bras Ciênc Solo** [Internet]. 2013Mar;37(2):317–26. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000200003>

GUIMARÃES, T. O., MARIANO, G. **Uso de trilhas como recurso didático: abordagem interdisciplinar no ensino das Geociências**. Estudos Geológicos. 24(1):89-103, 2014.

GUIMARÃES, T. O., MARIANO, G.; SÁ, A. A. **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, província de Neuquén, República Argentina, 2013.

GUIMARÃES I.P. & BRITO NEVES B.B. 2003. **Caracterização geoquímica de parte do plutonismo Eo-Neoproterozóico no limite norte do domínio estrutural central da Província Borborema**. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 9, Resumos expandidos, p.594-597.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Densidade demográfica de Pernambuco. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

\_\_\_\_\_ – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População ativa de Pernambuco. Recife, PE: IBGE, 2020.

\_\_\_\_\_ – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas da dinâmica do espaço urbano de Pernambuco. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

JATOBÁ, L. et al. **A abordagem interdisciplinar do tema o domínio morfoclimático dos "mares de morros" em Pernambuco**. Revista Equador (UFPI), Vol.3, no2, p. 02 - 18, 2014.

JATOBÁ, L. **O relevo terrestre e as condições climáticas**, In: JATOBÁ, L., LINS, R. C. e SILVA, A. F. Tópicos Especiais de Geografia Física. 2 ed. Petrolina: PROGRESSO, 2014. cap.

LEITE, M. J. H. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PRINCIPAIS SOLOS DA REGIÃO SEMIÁRIDA. RECIMA21 - **Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 3, n. 10, p. e3101964, 2022. DOI: 10.47820/recima21.v3i10.1964.

MABESOONE, J.M. &ALHEIROS,M.M. 1993. **Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic conection**. Geologie en Mijnbouw, Kluwer Academic Publishers. 71:351-362

MABESOONE, J.M. & ALHEIROS, M.M. 1988. **Origem da bacia Sedimentar Costeira Pernambuco - Paraíba**. Revista Brasileira de Geociências, 18 (4): 476-482.

MABESOONE, J.M., CAMPOS-SILVA, A., BUERLEN, K., 1972. **Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Revista Brasileira de Geociências, 2: 173–188.

MEDEIROS V.C. 2004. **Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos Terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, domínio estrutural da zona transversal, NE do Brasil**., Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Tese de Doutorado, 199 p.

MELO, R. F. T. **Evolução Dos Depósitos De Encosta No Leque Malaquias E Lagoa Das Pedras No Entorno Do Maciço Estrutural Da Serra De Água Branca**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014.

MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P. **Zona de Convergência Intertropical do Atlântico**. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. J.; DIAS, M. A. F. S. Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p.25-42.

MOLION, L. C. B.; BERNADOR, S. O. **Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos, SP, v.17, n.1, p.2-10, 2002.

MOURA-FÉ, M. M.. Geoturismo: uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a Região Nordeste do Brasil. **SOCIEDADE & NATUREZA** (UFU. ONLINE), v. 27, p. 53-66, 2015.

NASCIMENTO, M.; GARCIA, M. G. ; MANSUR, K. Introduction to the special issue on 'Geoconservation' of the Journalof the Geological Survey of Brazil. **Journal of the Geological Survey of Brazil**, v. 4, p. 1-4, 2021.

NASCIMENTO, M.A.L. 2003. **Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da província magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco, NE do Brasil.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Tese de Doutorado, 235 p.

NEVES, S.P. & MARIANO, G. 1999. **Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: Pernambuco Lineamento, Northeastern Brazil.** Journal of Structural Geology, 21: 1639-1383

OLIVEIRA, D. S. **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, 2017.

OLIVEIRA, E. P. 1940. **História e pesquisa do petróleo no Brasil.** Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Ser. Publi. Agrícola, RJ. 205p. (Boletim Técnico).

OLIVEIRA M.M.F. 1978. **Estudos faciológicos da Formação Maria Farinha.** PósGraduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 113p

PEREIRA, J. R. **A Rede Da Indústria Do Açúcar: A Construção Do Território De Igarassu-PE,** In: VI Colóquio Latino-Americano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial e III Seminário Internacional sobre o Patrimônio Industrial e Cultural Ferroviário, São Paulo, 2012.

PIEKARZ, G.; LICCARDO, A. 2007. **Turismo Geológico na rota dos tropeiros.** Global Tourism. Vol. 3, nº 2. Novembro de 2007. ISSN: 1508-558X. Disponível em [www.periodicodeturismo.com.br](http://www.periodicodeturismo.com.br).

ROBITA, S. M.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, p.185-204, 2010.

RUCHKYS, U. A. 2007. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO.** Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Tese de Doutorado, 211p.

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 de Doutorado – Programa de Pós- Graduação em Geociências – CTG. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

SANTOS, E.J., BRITO NEVES, B.B., VAN SCHMUS, W.R., OLIVEIRA, R.G. & MEDEIROS, V.C. 2000. **An overall view on the displaced terrane arrangement of the Borborema Province, NE-Brazil.** In: 31st International Geological Congress, 2000, Rio de Janeiro. Proceedings, in CD-ROM.

SANTOS, E.J. & MEDEIROS, V. C. 1999. **Constraints from granitic plútonism on proterozoic crustal growth of the Zona Transversal Domain, Borborema Province, NE Brazil.** Rev. Bas. De Geociências, 29(1) 73-84.

SHARPLES, C. A. Geoconservation in forest management: Principles and procedures. *Tasforests, s.l.*, v. 7, p. 37–50, 1995.

SILVA, D. G. **Reconstrução da dinâmica geomorfológica do semiárido brasileiro no Quaternário superior a partir de uma abordagem multiproxy.** 2013. 277 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

SILVA, T. R. G. et al. Espodossolos: características, limitações e potencialidades. Revista da Universidade Estadual de Alagoas/UNEAL e-ISSN 2318-454X, Ano 12, Vol. 12(2), 2020.

SILVA, D. G. **Evolução Paleoambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda, Município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco.** (2007) Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco/UFPE. 2007.

SOUSA, S. G., et al. **Análise geomorfológica do município de Quipapá - zona da mata de Pernambuco.** Revista Equador (UFPI), 8, 436-448, 2019.

SOUSA, S. G. **Mapeamento de geossistemas no município de Farias Brito, Ceará** (2019). Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 2019.

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. Disponível: <https://doi.org/10.5007/21775230.2019v34n70p385>. Acesso: 22 set. 2022.

UVO, C.R. B. E R. BERNDTSSON. **Regionalization and Spatial Properties of Ceará State Rainfall in Northeast Brazil.** J. Geoph. Res., vol. 101, no. D2, 4221-4233, 1996.

## ANEXO 01: MODELO DE FICHA DESCRITIVA PARA INVENTÁRIO DE GEOSSÍTIOS



MODELO DE FICHA DESCRITIVA PARA INVENTÁRIO DE GEOSSÍTIOS Adaptada a partir dos modelos desenvolvidos e aplicados pela ProGEO (Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico) e pelo IGME (Instituto Geológico Mineiro de Espanha) Adaptação: Guimarães (2016)			
Área de estudo	LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO – BRASIL		
Geossítio	Ponta do Funil	Código	-----
<b>A - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA</b>			
Município	Goiana	Distrito	-
Dimensão do geossítio	<input checked="" type="checkbox"/> Ponto <input type="checkbox"/> Seção <input type="checkbox"/> Área <input type="checkbox"/> Área complexa <input type="checkbox"/> Mirante		
Coordenadas	-7.683891, -34.836172	Altitude	2m
Carta topográfica (1/25 000)	-----	Carta geológica (1:500.000)	Mapa Geológico de Pernambuco
<b>B - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO</b>			
Domínio Geológico	<input type="checkbox"/> Plutônico <input type="checkbox"/> Vulcânico <input type="checkbox"/> Metamórfico <input checked="" type="checkbox"/> Sedimentar		
Breve Descrição Geológica	<p>A Bacia da Paraíba é testemunho da deriva continental, do último elo de ligação entre o continente africano e o Brasil, além de ter evidências da formação do oceano Atlântico. No local, é possível encontrar uma estratigrafia bem marcante formada por rochas pertencentes a Bacia Sedimentar da Paraíba. No local é possível identificar as Formações Marinha Farinha Superior (vestígios) e Inferior (vários blocos no chão e no topo) e a Formação Gramame (na base). 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 calcilitos-margas. Já a 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 (Barbosa et al., 2007).</p>		
<b>C - INTERESSES</b>			
Conteúdo e Interesses (B – Baixo; M – Médio; A – Alto)			
Geomorfológico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Mineralógico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A
Estratigráfico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Tectônico	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A

Hidrogeológico	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A	Petrológico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A
Sedimentológico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Paleontológico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A
Paleogeográfico	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Mineiro	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A
Estético	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Ecológico	<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A
Histórico	<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A	Arqueológico	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A
Cultural	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Outros	-----
<b>Capacidade de Uso (B – Baixo; M – Médio; A – Alto)</b>			
Turística	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Didática	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A
Científica	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Outros	-----
<b>Área de Influência (B – Baixo; M – Médio; A – Alto)</b>			
Local	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Nacional	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A
Regional	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A	Internacional	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/> A
<b>Principais características que justificam a classificação</b>			
O geossítio está localizado em uma das mais importantes áreas de turismo da região. No local também é feita a pesca artesanal pelos moradores. Em algumas partes mais elevadas os processos antrópicos são bastantes visíveis e medidas precisam ser feitas para conservação dessa paisagem cénica.			
<b>D. SITUAÇÃO</b>			
<b>Aspectos Gerais</b>			
Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Difícil		
Formas de acesso	<input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Carro/motocicleta <input type="checkbox"/> Automóvel tracionado <input checked="" type="checkbox"/> Embarcação <input checked="" type="checkbox"/> A pé <input type="checkbox"/> Todas as alternativas		
Condições de observação	<input checked="" type="checkbox"/> Boas <input type="checkbox"/> Satisfatórias <input type="checkbox"/> Más		
Vulnerabilidade	<input type="checkbox"/> Muito alta <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Muito baixa		
<b>Estatuto do local</b>			
Propriedade	<input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Público/Privada		
Inserida em Área de conservação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente		
Quanto à conservação	<input type="checkbox"/> Direta <input type="checkbox"/> Indireta <input checked="" type="checkbox"/> Inexistente		
Descrição (conservação)	Não existe nenhuma medida de conservação		
Necessita conservação?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Nível atual de conservação	<input type="checkbox"/> Satisfatório <input type="checkbox"/> Razoável <input checked="" type="checkbox"/> Insatisfatório		
Nível de urgência para medidas de conservação	<input type="checkbox"/> Urgente <input checked="" type="checkbox"/> Curto prazo <input type="checkbox"/> Médio prazo <input type="checkbox"/> Longo prazo <input type="checkbox"/> Não há		
Sensibilidade à divulgação	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa		

Sugestões para a proteção e/ou conservação do geossítio:

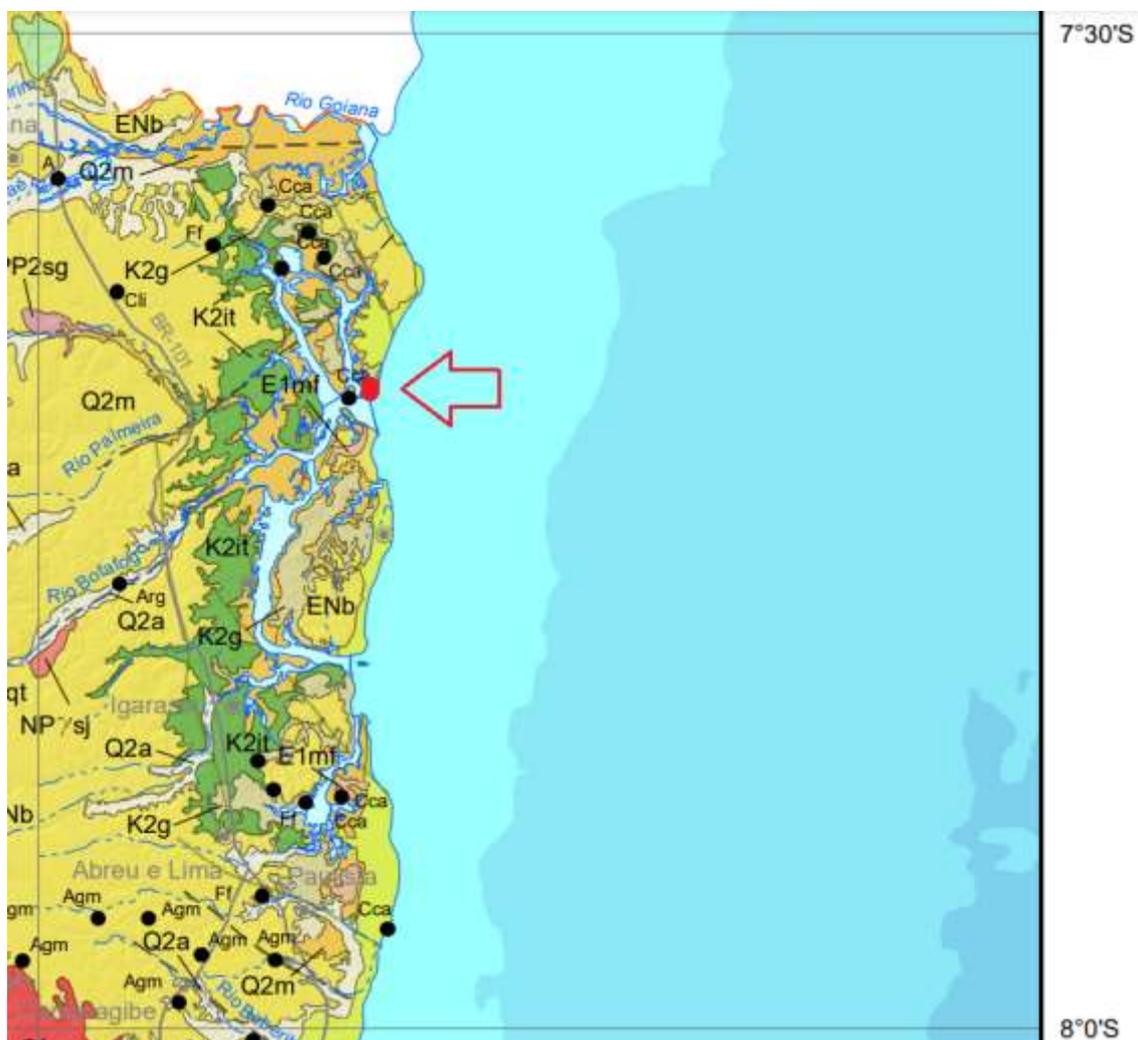
1. Placa informativa em linguagem clara e rica em imagens contando a origem das rochas e a sua importância do ponto de vista da história geológica da área.
2. Elaboração de cartilhas e folders com informações sobre o geossítio e a temática da geodiversidade e geoconservação.
3. Desenvolvimento de projetos e ações educativas que popularizem a Geociências e insiram a temática da geodiversidade e geoconservação nas escolas.

- **ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO**

Informações: Extraído do Mapa Geológico de Pernambuco (2001) - Escala: 1:500.000

Atributos de legenda disponíveis em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/23235>

Localização aproximada do Geossítio Ponta do Funil – Município de Goiana/PE



- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – *Google Earth*



- REGISTROS FOTOGRÁFICOS



**Figura 1** – A- Imagem da entrada da Praia de Catuama com presença de blocos da Formação Marinha Farinha Inferior; B- Resquícios de rochas da Formação Marinha Inferior decorrentes de ações erosivas e antrópicas; C- Detalhe da granulometria do bloco (podendo ser usada para aulas de campo – científico/didática; D- Queda de bloco da Formação Maria Farinha Inferior.



**Figura 2** – A- Imagem da praia com presença de paredão estratigráfico e fragmentos de rocha da Bacia Sedimentar da Paraíba (Sub-bacia de Olinda); B- Paredão estratigráfico com intercalações de calcários e margas pertencentes a Formação Gramame (Barbosa, 2004); C- Detalhe para a quebra dos calcários no sopé do paredão; D- Exposição dos calcários na base formando piscinas naturais.

## APÊNDICE 01: DADOS INICIAIS DO LIVRO: GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO

Figura 1 – Capa provisória do livro.

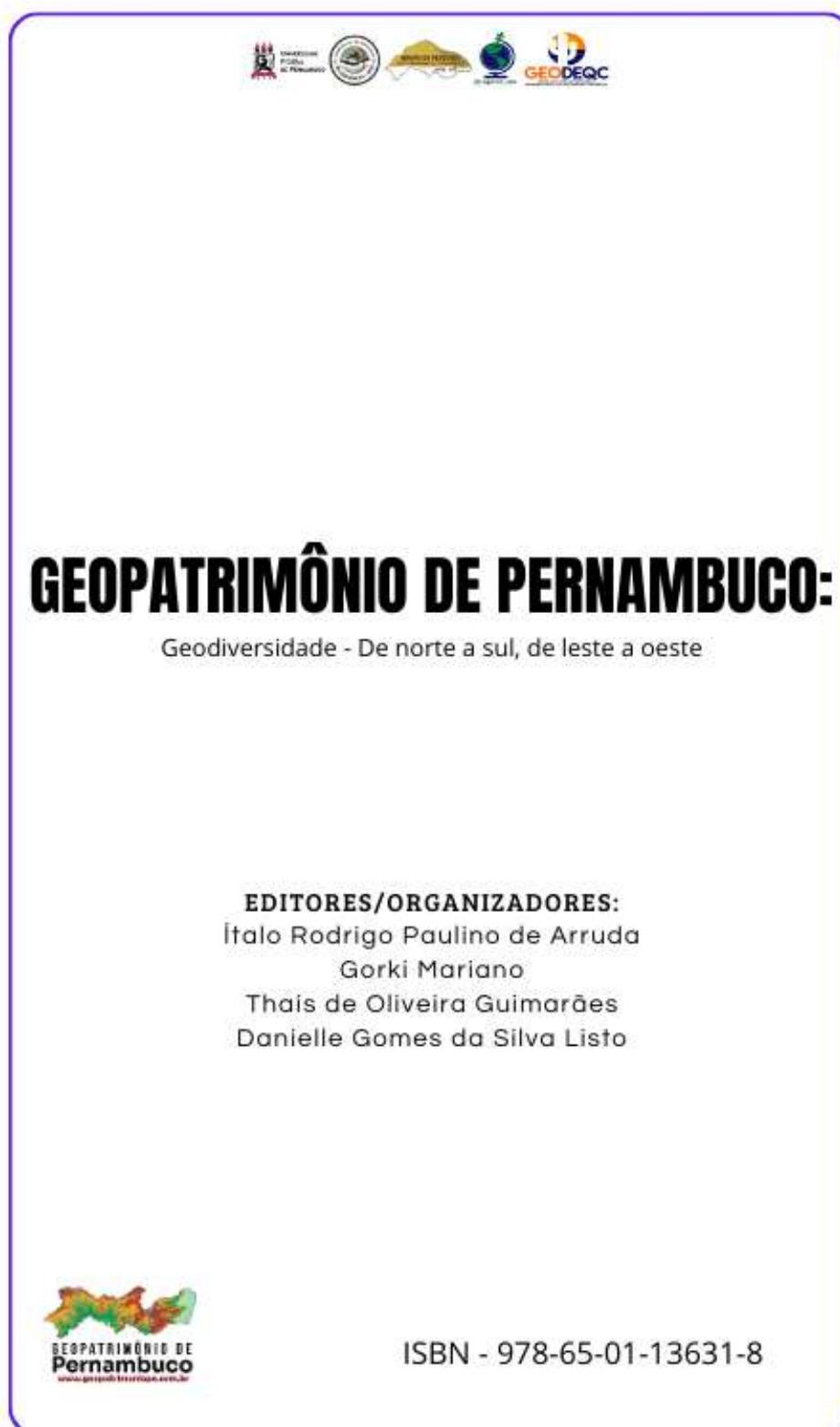


Figura 2 – Ficha de dados do livro.

# GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO:

Geodiversidade - De norte a sul, de leste a oeste

**E-BOOK - VOL I**

Texto © 2024 - Diversos autores

Todos os direitos reservados.  
É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

**Editores/Organizadores:**  
Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda, Gorki Mariano  
Thaís de Oliveira Guimarães e Danielle Gomes da Silva Listo

**Projeto Gráfico:**  
Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda  
Canva

**Editoração Eletrônica**  
Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda, Emmanuel Franco Neto

**Capa (Imagem ilustrativa):**  
Gorki Mariano  
Canva

**Poema**  
Gorki Mariano

**Prefácio**  
Gorki Mariano

**ISBN - Câmara Brasileira do Livro - SP, Brasil**

ISBN: 978-65-01-13631-8



9 786501 136318



GEOPATRIMÔNIO DE  
Pernambuco



Figura 3 – Ficha Catalográfica do livro.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Geopatrimônio de Pernambuco [livro eletrônico] /  
organizadores Ítalo Rodrigo Paulino de  
Arruda...[et al.]. -- 1. ed. -- Recife, PE :  
Ed. dos Autores, 2024.  
PDF

Vários autores.  
Outros organizadores: Gorki Mariano, Thais de  
Oliveira Guimarães, Danielle Gomes da Silva Listo.  
Bibliografia.  
ISSN 978-65-01-13631-8

1. Biodiversidade - Conservação 2. Geodiversidade  
3. Patrimônio cultura. 4. Patrimônio histórico  
4. Pernambuco (Estado) - Aspectos ambientais  
5. Pernambuco (Estado) - Geografia 6. Turismo  
I. Arruda, Ítalo Rodrigo Paulino de. II: Mariano,  
Gorki. III. Guimarães, Thais de Oliveira.  
IV. Listo, Danielle Gomes da Silva.

24-224839 CDD-558.132

Índices para catálogo sistemático:

1. Pernambuco : Estado : Geodiversidade 558.132  
Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

O livro "Geopatrimônio" é fruto da colaboração de diversos parceiros que compartilham a paixão e o compromisso pela preservação e valorização da geodiversidade. A ideia para a sua criação surgiu da necessidade de reunir, em um único material, uma riqueza de detalhes sobre os elementos que compõem a geodiversidade, proporcionando uma visão abrangente e profunda das particularidades do território.

O objetivo é oferecer uma referência sólida que destaque a importância desses recursos naturais e culturais, além de promover a conscientização sobre a conservação do geopatrimônio. Através de uma abordagem multidisciplinar, o livro integra conhecimentos de diversas áreas, como geociências, educação, turismo e sustentabilidade, contribuindo para fortalecer o diálogo entre a ciência e a sociedade.

Figura 4 – Sumário provisório do livro.

# SUMÁRIO

**Capítulo 01:** Geodiversidade, Geoconservação, Geoturismo e Geoeducação: Abordagem teórica-metodológica

**Capítulo 02:** Geopatrimônio de Pernambuco, Nordeste do Brasil;

**Capítulo 03:** Aspectos geográficos de Pernambuco;

**Capítulo 04:** Geodiversidade de Pernambuco: Características geológicas ;

**Capítulo 05:** Geodiversidade de Pernambuco: Características geomorfológicas;

**Capítulo 06:** Geodiversidade de Pernambuco: Características pedológicas;

**Capítulo 07:** Geodiversidade de Pernambuco: Características climáticas;

**Capítulo 08:** Geodiversidade de Pernambuco: Características minerais;

**Capítulo 09:** Geodiversidade de Pernambuco: Características paleontológicas;

**Capítulo 10:** Geodiversidade de Pernambuco: Características hidrográficas;

**Capítulo 11:** Biodiversidade de Pernambuco: características biogeográficas;

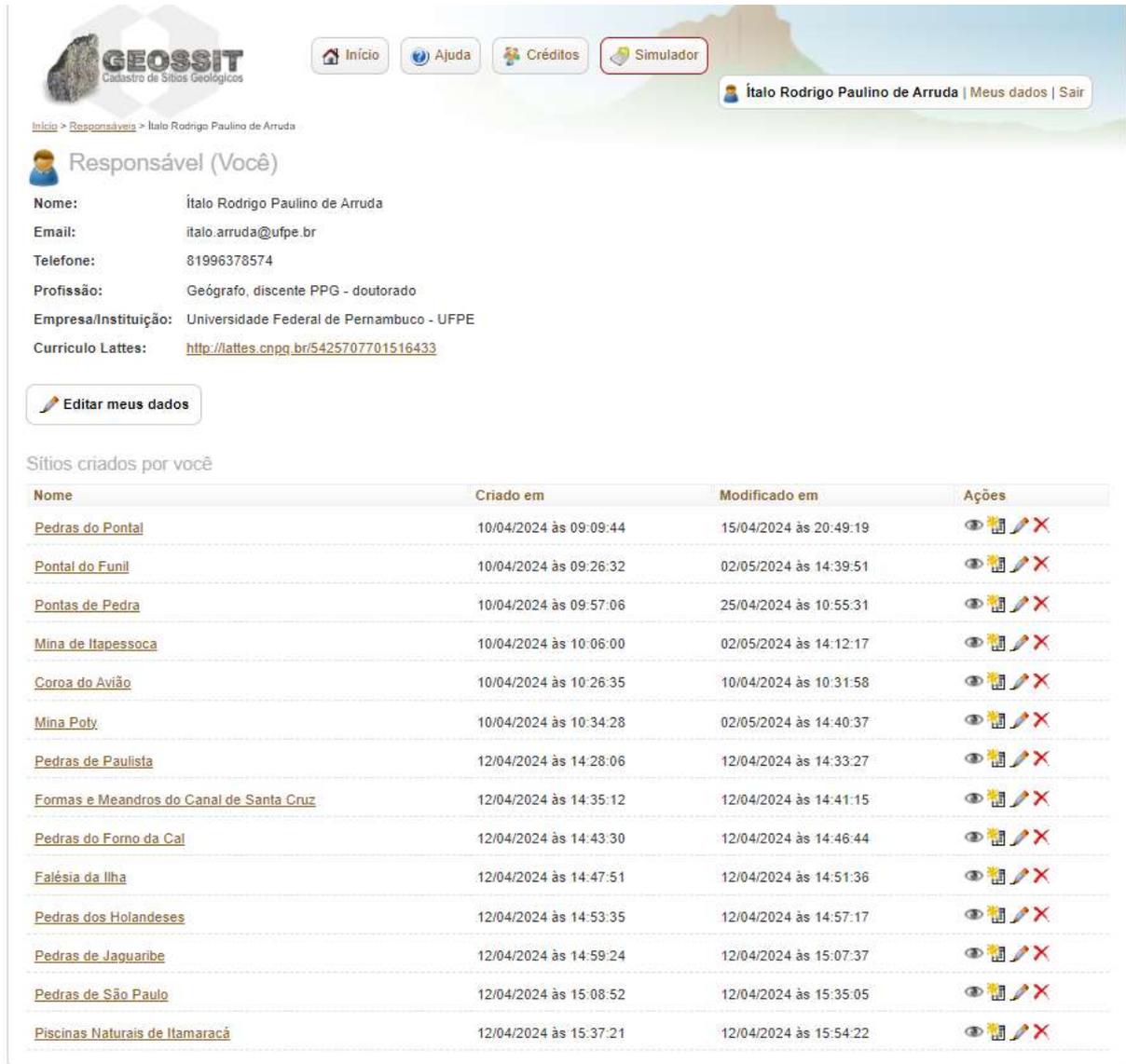
**Capítulo 12:** Geopatrimônio: curiosidades arqueológicas;

**Capítulo 13:** Geopatrimônio: aspectos turísticos;

**Capítulo Especial:** Belezas cênicas de Pernambuco.

## APÊNDICE 02: CADASTRO DOS SÍTIOS NO GEOSSIT

- Cadastro dos sítios na plataforma Geossit



**GEOSSIT**  
Cadastro de Sítios Geológicos

[Início](#) [Ajuda](#) [Créditos](#) [Simulador](#)

**Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda** | [Meus dados](#) | [Sair](#)

[Início](#) > [Responsáveis](#) > Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda

**Responsável (Você)**

**Nome:** Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda  
**Email:** italo.arruda@ufpe.br  
**Telefone:** 81996378574  
**Profissão:** Geógrafo, discente PPG - doutorado  
**Empresa/Instituição:** Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
**Curriculo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/5425707701516433>

[✎ Editar meus dados](#)

Sítios criados por você

Nome	Criado em	Modificado em	Ações
<a href="#">Pedras do Pontal</a>	10/04/2024 às 09:09:44	15/04/2024 às 20:49:19	
<a href="#">Pontal do Funil</a>	10/04/2024 às 09:26:32	02/05/2024 às 14:39:51	
<a href="#">Pontas de Pedra</a>	10/04/2024 às 09:57:06	25/04/2024 às 10:55:31	
<a href="#">Mina de Itapessoca</a>	10/04/2024 às 10:06:00	02/05/2024 às 14:12:17	
<a href="#">Coroa do Avião</a>	10/04/2024 às 10:26:35	10/04/2024 às 10:31:58	
<a href="#">Mina Poty</a>	10/04/2024 às 10:34:28	02/05/2024 às 14:40:37	
<a href="#">Pedras de Paulista</a>	12/04/2024 às 14:28:06	12/04/2024 às 14:33:27	
<a href="#">Formas e Meandros do Canal de Santa Cruz</a>	12/04/2024 às 14:35:12	12/04/2024 às 14:41:15	
<a href="#">Pedras do Forno da Cal</a>	12/04/2024 às 14:43:30	12/04/2024 às 14:46:44	
<a href="#">Falésia da Ilha</a>	12/04/2024 às 14:47:51	12/04/2024 às 14:51:36	
<a href="#">Pedras dos Holandeses</a>	12/04/2024 às 14:53:35	12/04/2024 às 14:57:17	
<a href="#">Pedras de Jaguaribe</a>	12/04/2024 às 14:59:24	12/04/2024 às 15:07:37	
<a href="#">Pedras de São Paulo</a>	12/04/2024 às 15:08:52	12/04/2024 às 15:35:05	
<a href="#">Piscinas Naturais de Itamaracá</a>	12/04/2024 às 15:37:21	12/04/2024 às 15:54:22	

- Exemplo de geossítio cadastrado



**GEOSIT**  
Cadastro de Sítios Geológicos

[Início](#)
[Ajuda](#)
[Créditos](#)
[Simulador](#)


Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda | Meus dados | Sair

[Início](#) > [Geossítios](#) > Visualizar

**Visualizando**



Ilha de Leaflet | Powered by Esri

### Pontal do Funil

Goiana - PE , Lat.: -7.684239864 Long.: -34.835689545  
Última alteração: 02/05/2024 14:39:51

**Status:** Privado

-  Geossítio de Relevância Internacional
-  **Valor Científico:** 310
-  **Valor Educativo:** 295 (Relevância Nacional)
-  **Valor Turístico:** 250 (Relevância Nacional)
-  **Risco de Degradação:** 370 (Risco Alto)

[Expandir todos](#) / [Recolher](#)

- ◀ Identificação
- ◀ Contexto
- ◀ Caracterização Geológica
- ◀ Feições de Relev
- ◀ Interesse
- ◀ Conservação
- ◀ Quantificação
- ◀ Responsável
- ◀ Comentários

## APÊNDICE 03: CRIAÇÃO DO INSTAGRAM PARA POPULARIZAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS – GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO

Instagram: @geopatrimonio.pe

Figura 01: Interface principal da página. Conforme dados disponibilizados pela plataforma mais de 14.000 contas acessaram o perfil nos últimos 30 dias (julho a agosto de 2024).



Figura 02: Recorte 01 das publicações mais recentes do perfil. Print de tela tirado no dia 26 de agosto de 2024.



## APÊNDICE 04: CRIAÇÃO DO FACEBOOK PARA POPULARIZAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS – GEOPATRIMÔNIO DE PERNAMBUCO



## APÊNDICE 05: ELABORAÇÃO DO SITE GEOPATRIMÔNIO-PE PARA POPULARIZAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS

SITE: <https://geopatrimoniope.com.br/>

Figura 01: Interface principal da página.



Figura 02: Qrcode de acesso a página.



## APÊNDICE 06: RESUMO EM ANAIS DE SIMPÓSIO NACIONAL: ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE PAULISTA – PERNAMBUCO (BRASIL)

Apresentado: VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico

Publicado: Anais do VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico. Agosto, 2022.<sup>15</sup>

Páginas: 120 e 121.

ISBN: 978-65-86403-04-6

### Índice de Geodiversidade do município de Paulista – Pernambuco (Brasil)

Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda<sup>1</sup>, Gorki Mariano<sup>2</sup>, Thaís de Oliveira Guimarães<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Endereço: Sala 325 do Edifício Escolar do CTG. Av. da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, 50740-550, Recife-PE, E-mail: [italo.arruda@ufpe.br](mailto:italo.arruda@ufpe.br);

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Endereço: Sala 325 do Edifício Escolar do CTG. Av. da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, 50740-550, Recife-PE, E-mail: [gorki.mariano@ufpe.br](mailto:gorki.mariano@ufpe.br); <sup>3</sup>Colegiado do curso de Geografia, Universidade de Pernambuco, Endereço: UPE - Rodovia BR 203, Km 2 s/n - Vila Eduardo, Petrolina - PE, 56328-900, E-mail: [thais.guimaraes@upe.br](mailto:thais.guimaraes@upe.br)

**Palavras-chave:** Geopatrimônio, Geodiversidade, Paulista

#### 1. Introdução

O município de Paulista faz parte da zona costeira norte do estado de Pernambuco, uma área bastante complexa e dinâmica com vastos elementos da geodiversidade e biodiversidade que precisam ser conservados mediante a sua utilização e/ou exploração, pois ambas exercem um papel primordial para a dinâmica de um geoambiente. De acordo com Guimarães (2016), a variedade geológica, geomorfológica, pedológica, águas superficiais, bem como outros sistemas, resultantes dos processos naturais endógenos e exógenos e da atuação antrópica são compreendidos como Geodiversidade e embasam todo o geopatrimônio de um determinado ambiente. Assim, o município de Paulista, possui um elevado potencial para o estudo da geodiversidade, pois se diferencia, entre outros fatores, do ponto de vista geológico e geomorfológico dos demais setores costeiros do estado, sendo contemplado por uma vasta diversidade litológica e paisagens bastante atrativas. É importante destacar a presença do único geossítio da região, de relevância internacional, o K-Pg Mina Poty, que marca, através das Formações Gramame e Maria Farinha o limite do Cretáceo para o Paleógeno, caracterizado em escala mundial como marco do impacto de meteoro que culminou com a extinção dos dinossauros. Para garantir a conservação desses elementos e dos processos relacionados, surge a geoconservação, que visa o uso e gestão de maneira sustentável dos elementos da geodiversidade. Com base na temática da Geodiversidade, o presente artigo tem por objetivo aplicar um Índice de Geodiversidade ao território de Paulista/PE, na tentativa de promover o conhecimento, associado a divulgação deste tipo de mapeamento como ferramenta de apoio aos estudos da geodiversidade regional.

---

<sup>15</sup> Disponível em: <https://6sbpg.igc.usp.br/inscricao/anais-do-vi-sbpg/>. Acessado dia 10 de outubro de 2024.

## 2. Materiais e métodos

Para a construção deste trabalho, utilizou-se um vasto levantamento bibliográfico acerca da temática da geodiversidade, com destaque aos trabalhos de Índice de Geodiversidade já realizados no estado por Ferreira (2014) e Arruda e Barreto (2015). Realizou-se levantamentos cartográficos, reunindo informações geológicas, geomorfológicas, pedológicas, mineralógicas, hidrográficas e paleontológicas. Para a quantificação dos dados na geração do índice, foi utilizada a metodologia de Pereira et al. (2013). A escala adotada foi a de 1:125.000 dividida em 90 quadrículas de 3,5X4,5km. Quando sobreposta a grade, o município foi contemplado por 45 quadrículas. Depois do levantamento dos índices parciais é feito a soma total de toda a quadrícula, gerando o mapa de geodiversidade geral da área de estudo (Fig. 1). A classe dos índices utilizada leva em consideração os seguintes intervalos: muito baixo (até 05), baixo (6-8), médio (9-11), alto (12-14) e muito alto (acima de 15).

## 3. Resultados e discussão

No mapa (Fig. 1), foram caracterizados o Índice de Geodiversidade que variou entre 03 e 15 pontos. Para chegar aos valores finais é importante analisar criteriosamente cada mapa produzido. Percebe-se que a região está dentro da porção da Bacia Sedimentar Paraíba (na região costeira) e uma 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, aos recursos minerais que são explorados, entre outros, que ambos estão associados ao uso e ocupação da terra. Assim, a região mais a oeste do mapa é a que possui um índice entre muito baixo a baixo. Em média, 12 quadrículas (A-E – 5-7) 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 G, H e I e entre os números 5, 6 e 7. Conforme analisado, a quadrícula com mais elementos da geodiversidade ocorre na porção mais central que corrobora com os dados apresentados por Ferreira (2014). Sabendo disso, os maiores valores estão concentrados na quadrícula I3 e I4 classificando-as como muito alto. Nessa área, está o geossítio Mina Poty (área de muitos elementos da geodiversidade). E é somente na quadrícula I3 que encontramos registros paleontológicos do município.

O presente estudo é um esboço inicial para o entendimento da Geodiversidade na região e poderá ser utilizado como auxílio em pesquisas futuras, a citar, trabalhos envolvendo mapeamentos de detalhe e também, como um resultado para indicar locais de pesquisas relacionados à temática central. Percebe-se que existe uma certa carência de estudos na região, com ressalva do geossítio K-Pg Mina Poty que recebe financiamento da iniciativa privada para sua manutenção e conservação. O município possui áreas de grande interesse da geodiversidade que precisam ser catalogados, quantificados e georreferenciados na tentativa de promover um turismo e desenvolvimento da economia local. Nesse sentido, os dados ora apresentados, poderão ser utilizados para o gerenciamento ambiental e territorial por parte das repartições públicas e privadas, além de suporte a novos estudos dentro da temática.

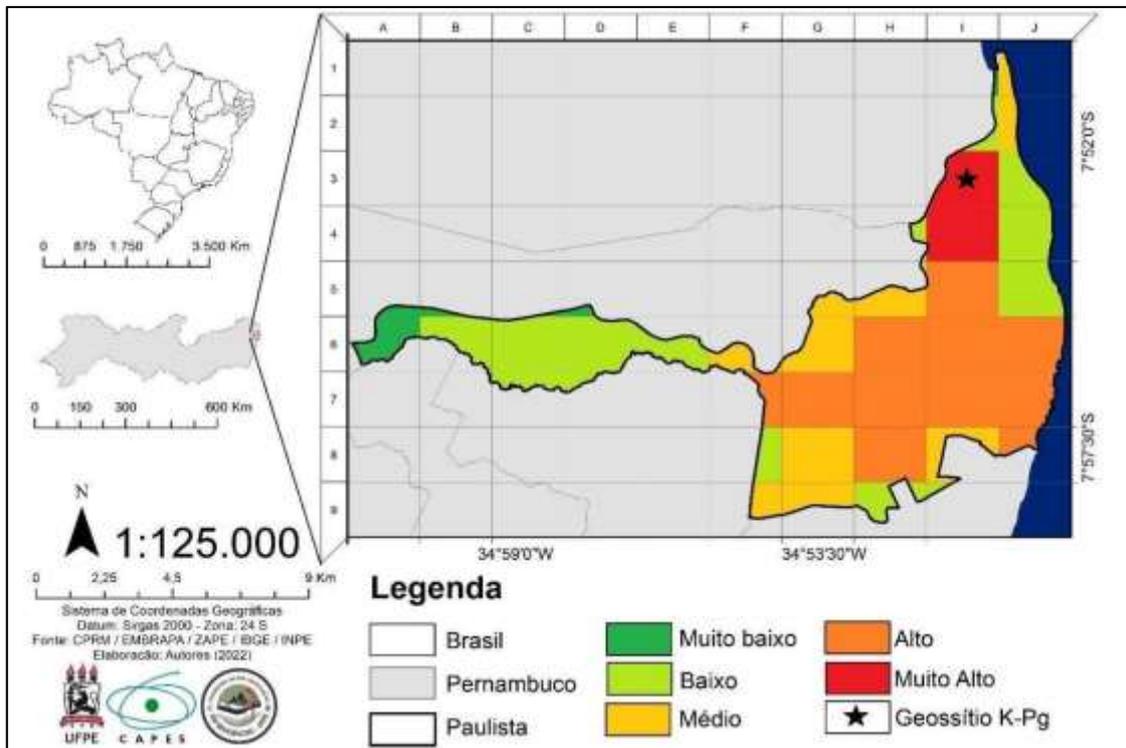


Fig. 1 - Representação do Índice de Geodiversidade do Município de Paulista - PE. Fonte: Autores (2022).

## Referências

- Arruda KEC, Barreto AMF. 2015. Índice de geodiversidade do município de Araripina-PE, Brasil. *Estudos geológicos*, v.25, n.1, p.103-117. Recife.
- Ferreira B. 2014. Geodiversidade do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Guimarães TO. 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, 2016.
- Pereira DI, 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.