



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

WIVIAN MARIA RODRIGUES CARVALHO

**AVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO E GEOLÓGICO
MATERIAL DAS REGIÕES DE MARACANÃ E IRITUIA: ANÁLISE
PARA GEOCONSERVAÇÃO.**

BELÉM, PA

JULHO/2022

WIVIAN MARIA RODRIGUES CARVALHO

**AVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO E
GEOLÓGICO MATERIAL DAS REGIÕES DE MARACANÃ E
IRITUIA: ANÁLISE PARA GEOCONSERVAÇÃO.**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, para obtenção do Grau de Bacharel em Geologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Joelson Lima Soares

BELÉM, PA

JULHO/2022

WIVIAN MARIA RODRIGUES CARVALHO

**AVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO E
GEOLÓGICO MATERIAL DAS REGIÕES DE MARACANÃ E
IRITUIA: ANÁLISE PARA GEOCONSERVAÇÃO.**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, para obtenção do Grau de Bacharel em Geologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Joelson Lima Soares

Data da defesa: 11.07.2022

Banca Examinadora:



Professor Joelson Lima Soares – Orientador

Doutor em Geologia

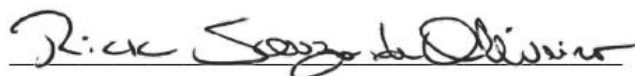
Universidade Federal do Pará



Professor Vladimir de Araújo Távora – Membro

Doutor em Geologia

Universidade Federal do Pará



Professor Rick Souza de Oliveira – Membro externo

Mestre em Geologia

Universidade Federal do Oeste do Pará

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, a Faculdade de Geologia, pela oportunidade e arcar com todos os custos de uma graduação em geologia para que eu possa estar me empossando do título de Bacharel em Geologia após a apresentação deste trabalho. Obrigada também a Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) da UFPA pela concessão de bolsa de monitoria do Programa LABINFRA, na reestruturação do Laboratório de Ensino de Graduação de Sedimentologia da FAGEO. A Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) pelas três bolsas de Projetos de Extensão a mim concedidas.

Agradeço principalmente a minha mãe Cléa Rodrigues e a minha irmã Cintia Rodrigues por me incentivarem em todos os momentos do curso sempre me dando o apoio necessário pra continuar, apesar dos altos e baixos enfrentados nesses seis anos de curso. Obrigada também a minha sobrinha Maria Isabella pela ajuda no inglês.

Um agradecimento especial ao meu orientador Dr. Joelson Soares por ter toda paciência do mundo e perseverança comigo nesses vários anos me orientando em laboratório, projetos de extensão e finalmente no TCC em um tema que eu realmente gosto. Também a minha coorientadora Dra. Anna Nogueira por me acolher no Projeto Educafóssil, incentivando o meu gosto por projetos sociais que levam a geologia para fora do âmbito acadêmico.

Agradecimento aos meus amigos de curso Carlos Pedroso, Isabella Paiva, Lucas Manaças, Matheus Nonato, Iolanda Clara, Brenda Barros, Pedro Oliveira e Elizângela Vasconcelos que me ajudaram muito em tudo no decorrer desses anos de curso e nesta etapa de elaboração do TCC com todo incentivo. Às minhas mais fies amigas de fora da graduação Gisele Medeiros, Amanda Caldeira e Mahely Silva por me oferecerem refúgio longe da universidade. Também ao melhor trio de atividade de campo que já fiz parte composto por mim, Giulliana Paraense e Alane Cereja.

Por fim, mas não menos importante, agradecer a Deus por ter me dado a oportunidade de passar da turma da Geologia 2016 que sempre vai ser a melhor pior turma da qual já fiz parte e continuar até concluir esse curso tão desejado por mim e pelos meus familiares.

RESUMO

O estudo dos patrimônios geológicos *in situ* por meio de geossítios na região nordeste do estado do Pará consiste em um tema relativamente pouco divulgado no âmbito acadêmico, assim como seu potencial para geração de economias locais e formação social. Com a implementação do sítio paleontológico da Ilha de Fortaleza, em São João de Pirabas, em 24 de junho de 2009, buscou-se estudar outras regiões com o mesmo potencial para serem elevados a categoria de Sítios Geológicos/Paleontológicos, neste contexto foram escolhidas as regiões de Vila de Fortalezinha na ilha de Maiandeuá no município de Maracanã e Vila Pedra no município de Irituia, onde são encontrados fósseis da Formação Pirabas e icnofósseis do Arenito do Guamá, além de formações rochosas de expressiva beleza cênica e continuidade lateral. Os objetivos gerais desta pesquisa são: a documentação, avaliação e divulgação para conservação e melhor uso do patrimônio paleontológico e geológico material das regiões Maracanã e Irituia, nordeste do Estado do Pará e as metodologias utilizadas envolveram principalmente a pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e valoração da geodiversidade para geoconservação. Como resultado obtivemos em ambas as localidades uma pontuação desejada para tornarem-se geossítios de Relevância Nacional e Risco de Degradação moderada para localidade de Fortalezinha e baixa para localidade de Vila Pedra. Por fim, foi realizada análises acerca da geoconservação das áreas por meio mudança de condutas das pesquisas de campo e valoração e divulgação da geologia da área para as comunidades locais e turísticas por meio de Geoturismo.

Palavras-chave: geossítio; geoconservação; Fortalezinha; Vila Pedra.

ABSTRACT

The study of the geologic patrimonies *in situ* by geosites in Para's northeast region consists in a relatively less released theme in the academic ambit, as well as its potential to generate local and social formation. With the implementation of the paleontological site of Ilha de Fortaleza, in São João de Pirabas, that in June 24 2009 other regions with the same potential were sought, in order to be elevated to the Geologic/Paleontological category sites, in this context the regions of Vila de Fortalezinha in the Maiandeuá Island on the Maracaná city and Vila Pedra in the Irituia city were chosen, where fossils and icnofossils from the Pirabas and Arenito do Guamá formations were found, apart from rock formations of expressive cenic beauty and lateral continuity. The main goals of this research are the documentation, evaluation, and disclosure for the conservation and better use of the paleontological and geologic material patrimony of the Maracaná and Irituia regions, from the Pará northeast. In addition, the methodologies utilized that mostly evolved bibliographic research, camp searching and the valoration of geodiversity for the geoconservation. As a result, we got both locations with the desired punctuation to become geosites of National Relevance, Moderate Degradation Risk for the Fortalezinha location and low for Vila de Pedra location. Therefore, analis upon the geoconservation were realized by conduct changing on the camp searching, valoration and disclosure of the area's geology to the local communities and tourists by Geotourism.

Key words: geosite; geoconservation; Fortalezinha; Vila Pedra.

GEOCIÊNCIAS
U F P A

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, com destaque para as localidades de Fortalezinha, região de Maracanã e Vila Pedra, região de Irituia.	2
Figura 2: Contexto tectônico da região nordeste do estado do Pará, com destaque na Plataforma Bragantina (Fonte: Amorim, 2016 modificado de Costa et al., 2002; Soares Jr et al., 2008).	7
Figura 3: Carta litoestratigráfica da Plataforma Bragantina, no contexto do nordeste do Estado do Pará, em correlação com as unidades apresentadas. Fonte: Rossetti (2001) e Rossetti et al. (2013).	10
Figura 4: O papel da geodiversidade na geração de bens e serviços. Fonte: Gray (2013) traduzido por Mansur (2018).	15
Figura 5: Esquema conceitual proposto por Brilha (2006), apresentando as relações entre geodiversidade, patrimônio geológico, outros tipos de patrimônio e geoconservação.	16
Figura 6: (A) Rota Belém-Maracanã (Fonte: Google Maps). (B) Localização da Vila de Fortalezinha, na Ilha de Algodal, onde está localizado o geossítio. (C) Chegada na Praia de Fortalezinha. (D) Os barcos de pequeno porte usados para travessia na ilha de Maiandeua, de algodal até Fortalezinha.	21
Figura 7: (A) Afloramento encontrado na praia de Fortalezinha, onde é possível identificar três Formações unidades que o compõe sendo estas Pirabas, Barreiras e pós Barreiras. (B) Folhelhos cinzas com fragmento vegetal piritizado (seta amarela). (C) Aspecto geral dos folhelhos cinzas parcialmente cobertos por fragmentos lateríticos (seta branca) e sedimentos do mangue ao fundo; (D) Calcário amarelo com fragmentos de fósseis de moluscos gastrópodes, Turbinella; (E) Aspecto geral dos calcários amarelos fossilíferos. Note a superfície irregular formada pela erosão das ondas e intemperismo e a cobertura parcial de blocos lateríticos e da vegetação de mangue.	23
Figura 8: (A) dentes fossilizados de tubarão, além de dentes de Raias e Sirênios. (B) fósseis em sua maioria de molde interno de Bivalves e Gastrópodes, além de grandes dentes de tubarões fossilizados. (C) fósseis representante Equinodermo (Clypeaster sp.) e Gastrópode (Tylostoma). (D) diversas costelas fossilizadas de Sirênios (em sua maioria da espécie Dioplotherium allisoni).	24

Figura 9: Detalhe da Formação Barreiras na Praia de Fortalezinha (A) ritmito caracterizado por argilitos cinza claro com lentes de arenito amarelo. (B) arenito avermelhado amarelado, com estratificações cruzadas acanaladas onde é possível os sets de tamanhos centimétricos.	24
Figura 10: (A) Mapa de localização e acesso ao afloramento da Vila Pedra em Irituia. (B) Localização do ramal da Penha que dá acesso aos afloramentos de Vila Pedra.	34
Figura 11: (A) O caminho de terra percorrido para chegar a Vila Pedra, cerca de 10km. (B) Chegando no final da estrada encontra-se um pequeno bar, igarapé, e os afloramentos. (C) e (D) Disposição das formações rochosas de Vila Pedra, onde colunas de arenito formam “edifícios” separados por pequenos vales e fendas que formam um labirinto.	34
Figura 12: (A) e (B) Tubos verticais de Skolithos linearis; (C) Erosão e dissolução da sílica que remodela o arenito maciço bioturbado formando perfis negativos; as camadas que ressaltam são arenitos com laminação ondulada. (D) Dois “edifícios” formados por colunas de arenito do Guamá, separados por pequenos vales, onde é possível observar melhor os perfis negativos e positivos, formados pela intercalação cíclica entre os arenitos bioturbados e os arenitos estratificados.	36
Figura 13: (A) Feição casca-de-ovo ou favo de mel, que são comuns nos arenitos da área de estudo, início da dissolução. (B) cavidade métrica, pouco profunda com a formação de um duto/tubular no fundo da cavidade maior, nota-se também a presença de estruturas colunares associadas.	36
Figura 14: Imagem mais ampla de como se comportam as feições de quebras de relevo (linha pontilhada) o e dissoluções nas rochas aflorantes (setas), na seta de cima a feição casca-de-ovo/favo-de-mel e nas setas de baixo os cavidades e duto/tubos causados pela dissolução em estágio mais avançado.	37
Figura 15: Exemplo de um folheto explicativo com linguagem clara e acessível a todas idades que elaborado para visitação na comunidade de Fortalezinha.	48
Figura 16: (A) Utilização de recursos ilustrativos como banners e folhetos impressos para aproximar a comunidade local do conhecimento geológico e fossilífero da região. (B) Interação com a comunidade na oficina de réplicas de fósseis de gesso.	49

Figura 17: Painel ilustrativo encontrado na Trilha da Urca na cidade do Rio de Janeiro falando um pouco da geologia do local de maneira didática para entendimento dos turistas.50

Figura 18: Exemplo de placa informativa do Parque de Sete Cidades que apresenta desgaste devido a exposição as intemperes.51



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação dos Valores Científicos (CV) dos geossítios, para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).	25
Tabela 2: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Potencial Uso Educativo (UE) e Potencial Uso Turístico (UT) dos geossítios. Observar destaques em tabelas adicionais para os indicadores que são particularidades para Potencial Uso Educativo (Tabela 2.1) e Potencial Uso Turístico (Tabela 2.2), para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016) (continuação).	27
Tabela 2.1: Complemento da Tabela 2, exclusivo para Potencial Uso Educativo (UE), para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).	29
Tabela 2.2: Complemento da Tabela 2, exclusivo para Potencial Uso Turístico (UT), para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).	30
Tabela 3: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Risco de Degradação (RD) dos geossítios, para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).	31
Tabela 4: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação dos Valores Científicos (CV) dos geossítios, para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).	38
Tabela 5: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Potencial Uso Educativo (UE) e Potencial Uso Turístico (UT) dos geossítios. Observar destaques em tabelas adicionais para os indicadores que são particularidades para Potencial Uso Educativo (Tabela 5.1) e Potencial Uso Turístico (Tabela 5.2), para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016) (continuação).	40
Tabela 5.1: Complemento da Tabela 5, exclusivo para Potencial Uso Educativo (UE), para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).	42
Tabela 5.2: Complemento da Tabela 5, exclusivo para Potencial Uso Turístico (UT), para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).	43

Tabela 6: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Risco de Degradação (RD) dos geossítios, para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).44



SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	2
1.3. JUSTIFICATIVA.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.5. METODOLOGIA.....	4
2. GEOLOGIA REGIONAL.....	6
2.1. ASPECTOS TECTÔNICOS E GEOLÓGICOS.....	6
2.2. PLATAFORMA BRAGANTINA.....	6
2.2.1. Arenito do Guamá.....	8
2.2.2. Formação Pirabas e Barreiras.....	8
3. GEOTURISMO, GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO.....	13
4. ETAPAS PARA A GEOCONSERVAÇÃO.....	18
5. RESULTADOS.....	20
5.1. VILA DE FORTALEZINHA NA ILHA DE MAIANDEUA.....	21
5.1.1. Inventário.....	21
5.1.2. Quantificação.....	25
5.1.2.1. Valor Científico (VC).....	25
5.1.2.2. Potencial Uso Educativo (UE) e Turístico (UT).....	27
5.1.2.3. Risco de Degradação (RD).....	31
5.1.3 Classificação.....	33
5.2. VILA PEDRA EM IRITUIA.....	33
5.2.1. Inventário.....	33
5.2.2. Quantificação.....	38
5.2.2.1. Valor Científico (VC).....	38
5.2.2.2. Potencial Uso Educativo (UE) e Turístico (UT).....	39
5.2.2.3. Risco de Degradação (RD).....	43
5.2.3. Classificação.....	45
5.3. ANÁLISE PARA GEOCONSERVAÇÃO.....	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A - TABELA COMPLETA DO INVENTÁRIO ATUALIZADO POR BRILHA (2016)	60
ANEXO B – MODELO AMPLIFICADO DE FOLDER	64

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

O nordeste do Estado do Pará é conhecido nacionalmente por seus patrimônios materiais e imateriais como as edificações históricas, culinária, praias e cultura. O patrimônio geológico é subdividido em material construído e natural, e inclui a caracterização e registro do seu conteúdo mineralógico, petrológico, gemológico e paleontológico, para vias de divulgação e conservação de sua geodiversidade (Brilha 2005; Mansur 2018; Viana & Carvalho 2019). O patrimônio geológico natural engloba sítios que registram a memória geológica da região e que tem importância para o entendimento da origem e evolução do planeta e da vida na Terra (Brilha 2005; Mansur 2018; Viana & Carvalho 2019). No entendimento de que os fósseis são considerados como um Patrimônio Cultural Brasileiro, pois fazem parte da memória e riqueza do país, se faz necessário seu estudo e documentação com objetivo de geoconservação do patrimônio paleontológico (Viana & Carvalho 2019).

Segundo a Carta Digne (Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra) de 1991, os fósseis são elementos de grande importância científica e cultural, uma vez que guardam informações sobre a evolução dos seres vivos ao longo do tempo e, na maioria das vezes, sobre o processo de formação geológica da Terra. Ao considerarmos o patrimônio paleontológico como patrimônio material estamos congregando um complexo de valores naturais (geológicos e biológicos, por exemplo) e culturais (históricos, educacionais e turísticos) de relevância científica, que o coloca sob a proteção expressa do artigo 216, V, da Constituição Federal, tornando-o bem de natureza difusa (pertence a todos ao mesmo tempo em que não pertence, de forma individualizada, a qualquer pessoa) e de conteúdo não patrimonial. (Miranda 2019)

Podemos especificar duas ocorrências distintas de patrimônios fossilíferos: ocorrendo *in situ* em sítios paleontológicos naturais ou *ex situ* em museus como coleções catalogadas e construções arquitetônicas inseridos nos materiais com o qual foram construídos esses espaços (Viana & Carvalho 2019). Neste Trabalho de Conclusão de Curso foram estudados os patrimônios paleontológicos *in situ* e as feições geológicas em que estão contidos. No contexto do nordeste do Pará, encontramos espécimes *in situ* nas formações Pirabas, Barreiras e no Arenito do Guamá (neste último ocorrem somente icnofósseis; Martins *et al.* 2017). Nas regiões de Maracanã e Irituia, afloram estas unidades, e são representativas em termos fossilíferos (fósseis e icnofósseis) e geológicos. No entanto, somente no âmbito acadêmico, é difundido, através da paleontologia, o conhecimento de que na região nordeste do Pará ocorre uma série

de sítios paleontológicos, em especial nas regiões de Capanema, Salinópolis e São João de Pirabas (Távora *et al.* 2002, 2009, 2010). A escolha dos locais nas regiões de Maracanã e Irituia considerou como critérios o acesso até a localidade, diversidade e facilidade de observação dos espécimes, e diversidade geológica, além do potencial geoturístico e educativo.

1.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

As áreas de estudo desse trabalho se localizam no estado do Pará, especificamente na região nordeste do estado, onde são encontradas as localidades: Vila de Fortalezinha, na Ilha de Maiandeua (com atenção especial para a Praia do Fortalezinha), no município de Maracanã, onde se encontram várias outras ilhas; e Vila Pedra, município de Irituia (Figura 1). O acesso até as áreas de estudo a partir de Belém foi feito da seguinte maneira: (a) Para Fortalezinha: pela BR-316 até Castanhal, depois seguindo a PA-136 e PA-318 até Marudá, adiante o trajeto foi feito de barco para a ilha de Algodal e de barco de pequeno porte (rabeta) para a praia de Fortalezinha; (b) Para Vila Pedra: pela BR-316 e Rodovia Belém-Brasília até o km 10, adiante seguindo a PA-253 para Irituia, depois entrando na vicinal/ramal da Penha, seguindo pela vila de Retirinho, até Vila Pedra, às margens do rio Guamá.

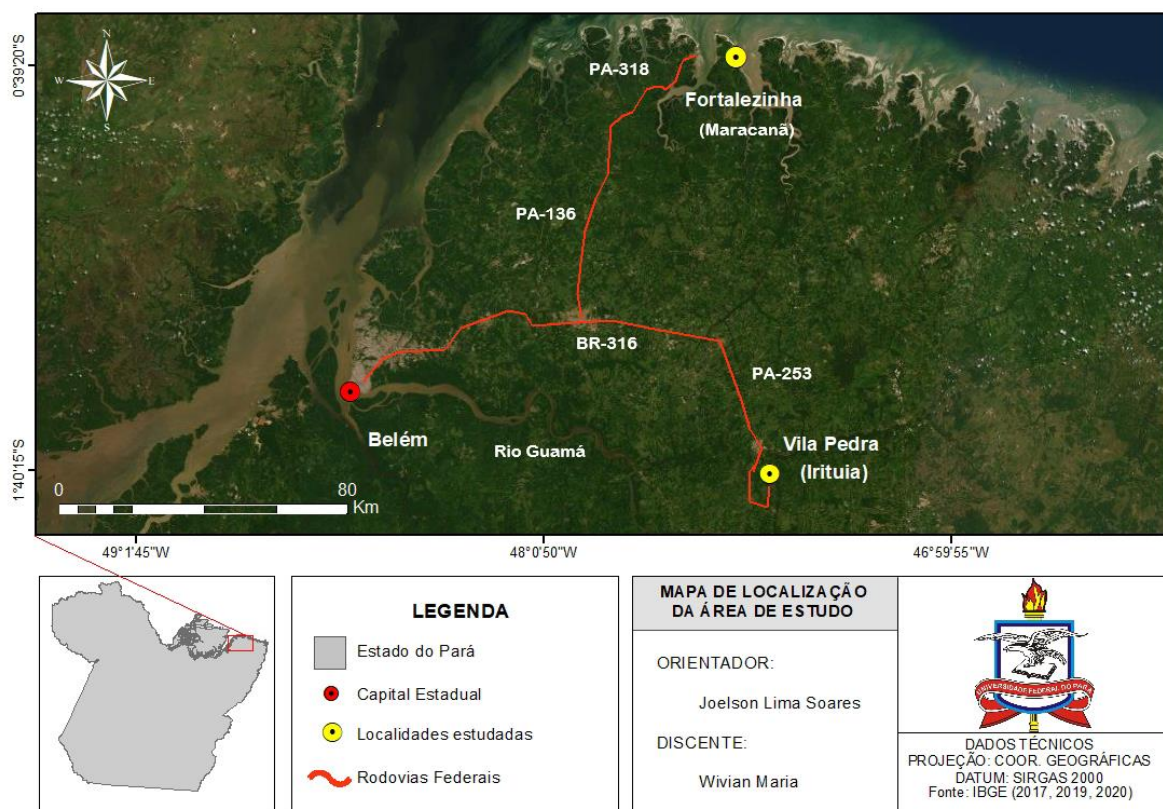


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, com destaque para as localidades de Fortalezinha, região de Maracanã e Vila Pedra, região de Irituia.

1.3. JUSTIFICATIVA

As ações que buscam à conservação e divulgação do patrimônio geológico e paleontológico têm aumentado no Brasil nos últimos anos, por empenho de geocientistas que se articulam para que exemplares raros regionais sejam catalogados e os lugares onde são encontrados preservados. Todavia, a falta de conhecimento geral sobre educação patrimonial está levando os achados fósseis regionais a adquirirem um valor principalmente econômico junto a população local, induzindo assim para a normalização do tráfico ilegal dos espécimes (Castro *et al.* 2015). Os fósseis são considerados pela legislação brasileira como bens da Nação (Decreto-lei nº 4.146, 1942) e, portanto, não podem ser comercializados. Apesar das leis de proteção, o tráfico de fósseis movimenta um mercado milionário, sendo uma das áreas mais afetadas no Brasil a região da Chapada do Araripe, no sertão nordestino. A educação patrimonial é uma das estratégias para o combate ao tráfico e fortalecimento das comunidades próximas aos sítios paleontológicos (Voltani *et al.* 2019; Viana & Carvalho 2019).

No nordeste do Estado do Pará, a importância do patrimônio paleontológico ainda é pouco conhecida, assim como seu potencial para geração de economias locais e formação social. A exceção é o sítio paleontológico da Ilha de Fortaleza, em São João de Pirabas, que em 24 de junho de 2009, devido a sua importância cultural, foi tombado pela Lei Municipal nº 913. Isto também se deve a ampla divulgação e demonstração de sua importância para cultura, ciência e formação social da população local (Távora *et al.* 2002; Távora *et al.* 2010; Afonso *et al.* 2013; Amaral *et al.* 2014; Santos *et al.* 2017).

No entanto, nas localidades fossilíferas e icnofossilíferas de Maracanã e Irituia, estas medidas ainda não foram implantadas, principalmente devido aos poucos trabalhos voltados para geodiversidade e geoconservação, o que resulta em uma falta de desejo de valoração deste tipo de patrimônio por parte da comunidade e do poder público (Silva & Costa 2019; Silva 2021; Silva & Costa 2021). Fez-se, portanto, necessário a sintetização dos dados paleontológicos e geológicos destes lugares e classificar os valores da geodiversidade encontrada em cada uma dessas regiões e assim tecer estratégias de geoconservação, além da divulgação desse conhecimento científico para que a comunidade local e externa entenda a importância da preservação e possa usufruir deste patrimônio de forma sustentável.

1.4. OBJETIVOS

Os objetivos gerais desta pesquisa são: a documentação, avaliação e divulgação para conservação e melhor uso do patrimônio paleontológico e geológico material das regiões Maracanã e Irituia, nordeste do Estado do Pará. Os objetivos específicos são:

- 1) Mapear as principais ocorrências de lugares com potenciais para classificação de Geossítio nas regiões selecionadas;
- 3) Descrição das unidades litoestratigráficas e características geológicas destas localidades por meio de Inventário;
- 4) Quantificação das informações extraídas das localidades para análise de Geoconservação.

1.5. METODOLOGIA

As atividades metodológicas realizadas nesta monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) envolveram principalmente a pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e valoração da geodiversidade para geoconservação por meio de etapas especificadas segundo a proposta de Brilha (2005), deste modo:

i) PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Nesta etapa foram consultadas as principais bibliografias correspondentes as formações Pirabas e Barreiras, e do Arenito do Guamá, que são as unidades litoestratigráficas que afloram nas localidades estudadas, além da elaboração de uma síntese acerca da geologia regional da área. Ademais, foram consultados documentos legais acerca de conservação e preservação do Patrimônio Natural, tais como, o que consta a respeito do uso de fósseis, em decretos, leis e portarias.

ii) PESQUISA DE CAMPO

Para esta etapa foram utilizados fotografias e informações coletadas em campanhas de campo anteriores, além de terem sido realizadas novas campanhas de campo ocorridas no decorrer da elaboração do trabalho.

A escolha das áreas para confecção dos roteiros de geodiversidade paleontológica seguiu critérios objetivos que consideram representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico dos elementos fossilíferos como: 1) valores científicos de alta, média e baixa relevância; 2) potenciais usos educativos e turísticos de alta, média e baixa relevância e 3) grau

de urgência de medidas protetivas (Brilha 2005, García-Cortés & Urquí 2009). As localidades selecionadas para este estudo são identificadas abaixo conforme as unidades aflorantes:

a) Formação Pirabas e Barreiras: **Praia de Fortalezinha, na Ilha de Maiandeuá, município de Maracanã.**

b) Arenito do Guamá: **Vila Pedra, Município de Irituia.**

iii) VALORAÇÃO DA GEODIVERSIDADE PARA GEOCONSERVAÇÃO

Neste trabalho foi adotada a metodologia que consta em Brilha (2005) que define sete etapas para conservação de um patrimônio geológico-paleontológico de uma dada área, a saber: Inventário, Quantificação, Classificação, Conservação, Valoração, Divulgação e Monitoramento. Contudo, como este trabalho visa a identificação e estudo inicial do potencial das localidades de Vila Pedra e Praia de Fortalezinha, terá enfoque nas etapas de inventário, quantificação, valoração e divulgação dos locais selecionados. Para classificação de um patrimônio natural se faz necessário verificar as leis estaduais e municipais (Viana & Carvalho 2019). Para quantificação dos valores científicos, educativos, turísticos e dos riscos de degradação dos locais selecionados serão adotados os critérios, indicadores e parâmetros apresentados por Viana & Carvalho (2019), baseados em Brilha (2016). Estratégias de conservação e monitoramento serão propostas, mas dependem de estudos a longo prazo e da interação entre o poder público e iniciativa privada.

2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1. ASPECTOS TECTÔNICOS E GEOLÓGICOS

A região nordeste do Pará abrange a área situada entre o “Bico do Papagaio” (confluência entre os rios Araguaia e Tocantins) e o litoral, incluindo a Ilha de Marajó (Costa *et al.* 1996). Essa região está associada a processos de implantação e evolução das bacias sedimentares formadas em associação com a fragmentação continental e o consequente desenvolvimento do Atlântico Sul, iniciado no Jurássico Superior/Cretáceo Inferior (Rossetti 2006). A complexidade dos ambientes estruturais que influenciaram a zona equatorial norte deve-se à superposição do processo de extensão com importantes zonas de transcorrência ligadas aos lineamentos transcorrentes Romanche e Saint Paul, que foram originadas na abertura do Atlântico Equatorial (Azevedo 1991). Três importantes eventos podem ser destacados: O primeiro evento de idade Neotriássica, está ligado a formação do Oceano Atlântico Central, resultando na formação do *Grabén* Calçoene, na Bacia da Foz do Amazonas. O segundo evento de idade cretácea, corresponde ao início da formação do Oceano Atlântico Equatorial, originando o *Grabén* Cassiporé e as bacias do Marajó, São Luís, Ilha Nova, Bragança-Viseu e Barreirinhas, de idades aptianas (Costa *et al.* 2002; Figueiredo *et al.* 2007; Zalán 2007). O terceiro evento de idade entre o Neocretáceo e o Neógeno, corresponde a movimentos extensionais da placa Sul-Americana, de direção NW-SE, dando origem a Bacia Pará-Maranhão e reativando estruturas do embasamento, culminando para um novo rifteamento da Bacia da Foz do Amazonas, entre o Aptiano e o Albiano (Soares *et al.* 2005; Soares Jr *et al.* 2008).

2.2. PLATAFORMA BRAGANTINA

A partir do Cenozoico a instabilidade tectônica da região nordeste do Pará foi suprimida, deste modo as plataformas Bragantina e do Pará correspondem a extensas áreas do embasamento que permaneceram tectonicamente estáveis entre as bacias sedimentares (Vasquez *et al.* 2008) (Figura 2). A Plataforma Bragantina é bem definida (Ver na Figura 2), sua deposição consiste exclusivamente de depósitos cenozoicos formados a partir do Oligo Mioceno, que atingem espessuras, em geral, inferiores a 60 m (Rossetti 2006) denominados de Formação Pirabas, Formação Barreiras e a unidade Pós-Barreiras.

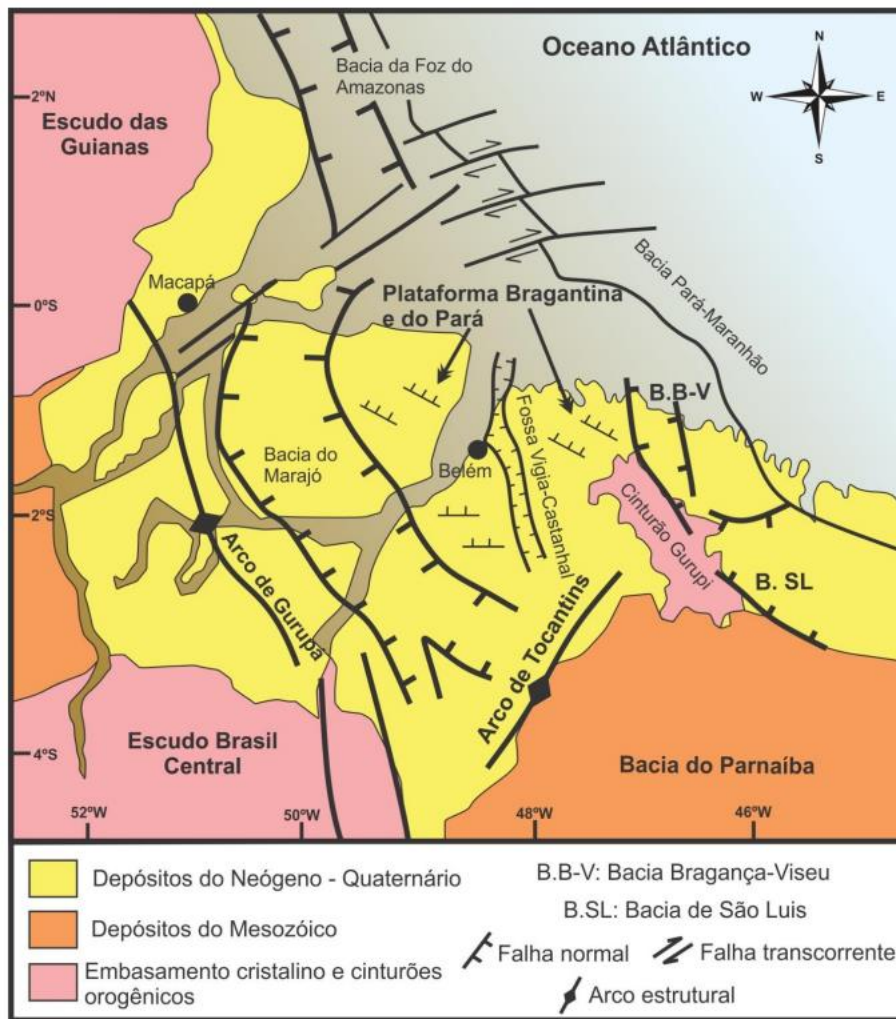


Figura 2: Contexto tectônico da região nordeste do estado do Pará, com destaque na Plataforma Bragantina (Fonte: Amorim, 2016 modificado de Costa et al., 2002; Soares Jr et al., 2008).

Hasui (1990) descreve tectonismo em regime de transcorrência, cujas estruturas principais apresentavam direção NE-SW e transpassadas por falhas normais E-W e NW-SE, com continuidade até o Recente. Esses esforços resultaram na reativação de falhas pré-existentes e, conseqüentemente, na retomada da sedimentação após um prolongado intervalo de tempo de cerca de 40 milhões de anos. Com isto, a sucessão miocênica desenvolveu-se sob condições de forte controle tectônico, com o estabelecimento de vales incisivos que se encaixam ao longo de zonas de falhas (Rossetti & Santos Jr. 2004; Rossetti & Góes 2004; Rossetti 2006). Da mesma forma, na Zona Bragantina os mergulhos deposicionais dominantes são para NE-SW, sugerindo paralelismo do sistema deposicional com os feixes transcorrentes.

2.2.1. Arenito do Guamá

O Arenito do Guamá é uma unidade sedimentar que ocorre de forma muito restrita, em afloramentos de poucos metros de extensão vertical nos arredores das cidades de São Miguel do Guamá e Irituia, no nordeste do estado do Pará. Essa característica pontual acaba dificultando a sua relação estratigráfica com as outras unidades da Plataforma Bragantina que afloram próximos a esses corpos arenosos.

A característica mais marcante do Arenito do Guamá é sua notável maturidade textural e composicional, rica em quartzo, que o classifica como quartzo-arenito (Truckenbrodt & Alves 1982, Oliveira & Truckenbrodt 2019). Quanto a icnofósseis, cinco espécies principais são observadas: 1) Tubos verticais simples com *spreite* concêntrico côncavo de *Lingulichnus verticalis*; 2) Traços horizontais meandantes interpretados como *Psammichnites isp.*; 3) Traços subverticais simples de cf. *Schaubcylindrichnus coronus*; 4) Tubos verticais de *Skolithos linearis*, particularmente rico neste último (Martins 2019). Este arenito foi depositado em ambiente marinho raso (*foreshore/shoreface*) (Truckenbrodt & Alves 1982, Oliveira & Truckenbrodt 2019). Devido sua semelhança litológica esta unidade tem sido correlacionada aos arenitos silurianos da Formação Nhamundá da Bacia do Amazonas e interpretado como depósitos de fácies distal da Formação Ipu, Grupo Serra Grande, Bacia do Parnaíba (Truckenbrodt & Alves 1982, Caputo & Lima 1984, Martins *et al.* 2007). Dados petrográficos/mineralógicos e geocronológicos apresentados por Martins *et al.* (2007) e Oliveira & Truckenbrodt (2019) indicam que o Arenito do Guamá, possivelmente, é fruto da reciclagem, aliada à longa abrasão de seus grãos em ambiente litorâneo de alta energia, daí a sua grande maturidade composicional e textural. Segundo Martins *et al.* (2007), existem várias fontes para o Arenito do Guamá, sendo a primária as rochas dos ciclos Transamazônico e Brasileiro, como as rochas cristalinas do Cráton Oeste-Africano e suas faixas móveis adjacentes, Cráton São Luís e a Faixa Gurupi. Contudo, segundo Moizinho *et al.* (2022), as principais áreas fontes destes sedimentos seriam a Província Borborema, porção oriental do Escudo das Guianas e a Faixa Araguaia. Estes autores determinaram um padrão bimodal na distribuição das idades, com populações principais em torno de 588 Ma e uma subordinada de 2109 Ma, o que corrobora as interpretações de fontes neoproterozoicas e paleoproterozoicas.

2.2.2. Formação Pirabas e Barreiras

O termo Formação Pirabas, empregado para a sucessão carbonática contendo intercalações secundárias de folhelhos negros a esverdeados e arenitos amarelados (Petri 1954,

1957; Ferreira *et al.* 1966), aflora de modo descontínuo, nos estados do Pará, Maranhão e Piauí. Os litorais paraense e maranhense destacam-se por apresentar os melhores registros expostos desta unidade. Foi inicialmente referida por Ferreira Penna (1876), que registrou tais calcários na região da ilha de Fortaleza, no litoral nordeste paraense. Estudos mais detalhados acerca da Formação Pirabas se intensificaram com Maury (1925), que propôs a denominação Formação Pirabas ao estudar seu rico conteúdo fossilífero, posteriormente subdividida em biofácies, denominadas de Castelo (ou Fortaleza), Capanema (ou Canecos) e Baunilha Grande (Petri 1957; Ferreira 1977). Já o termo Formação Barreiras foi comumente utilizado para o conjunto sedimentar superposto, caracterizado genericamente por depósitos siliciclásticos de cores variegadas (Sá 1969), cuja distribuição dá-se ao longo de uma estreita e descontínua faixa na zona litorânea, desde o Amapá até o Rio de Janeiro, de natureza bastante intemperizada e carente de informações paleontológicas (Rossetti 2006).

Os estratos da Formação Pirabas, por muitos anos estudados com enfoque paleontológico, nos quais foram possíveis o estabelecimento de idade Neo-oligo/miocênica para esta unidade, com base principalmente na presença do gastrópode *Orthaulax pugnax* (Ferreira 1982) e de foraminíferos planctônicos (Petri 1954, 1957; Fernandes 1984; Ferreira *et al.* 1984). Entretanto, datações baseadas em foraminíferos planctônicos e bentônicos (Távora & Fernandes 1999), moluscos bivalves (Fernandes & Távora 1990), palinomorfos (Leite *et al.* 1997a,b) e ostracodes (Nogueira *et al.* 2011) indicaram idade Mioceno Inferior. Mais recentemente, resultados baseados em estudos taxonômicos e bioestratigráficos em ostracodes na sucessão Pirabas, indicaram idade Oligoceno para a base desta unidade (Nogueira *et al.* 2019). Tais datações distintas para os estratos Pirabas estariam relacionadas a interdigitação desta com a Formação Barreiras, na qual, segundo estudos palinológicos (Arai *et al.* 1988; Arai 1997; Leite *et al.* 1997a,b) a deposição ocorreu durante o Mioceno Médio. Além disso, interpretações faciológicas, puderam inferir, influencia marinha na deposição dos litotipos da Formação Barreiras (Rossetti *et al.* 1989, 1990) corroborando com a sugestão da relação genética existentes entre as duas formações, ligada ao desenvolvimento de uma mesma sequência deposicional, que resultou na gradação de estratos carbonáticos-siliciclásticos para totalmente siliciclásticos ao longo da evolução miocênica (Rossetti 2006). Será utilizado, portanto, o termo Pirabas/Barreiras atribuído por Rossetti (2006) para se referenciar ao conjunto miocênico exposto no estado do Pará, definido, na base e topo, por discordâncias com caráter erosivo e marcadas e/ou correlacionáveis com paleossolos lateríticos mapeáveis em escala regional (Figura 3).

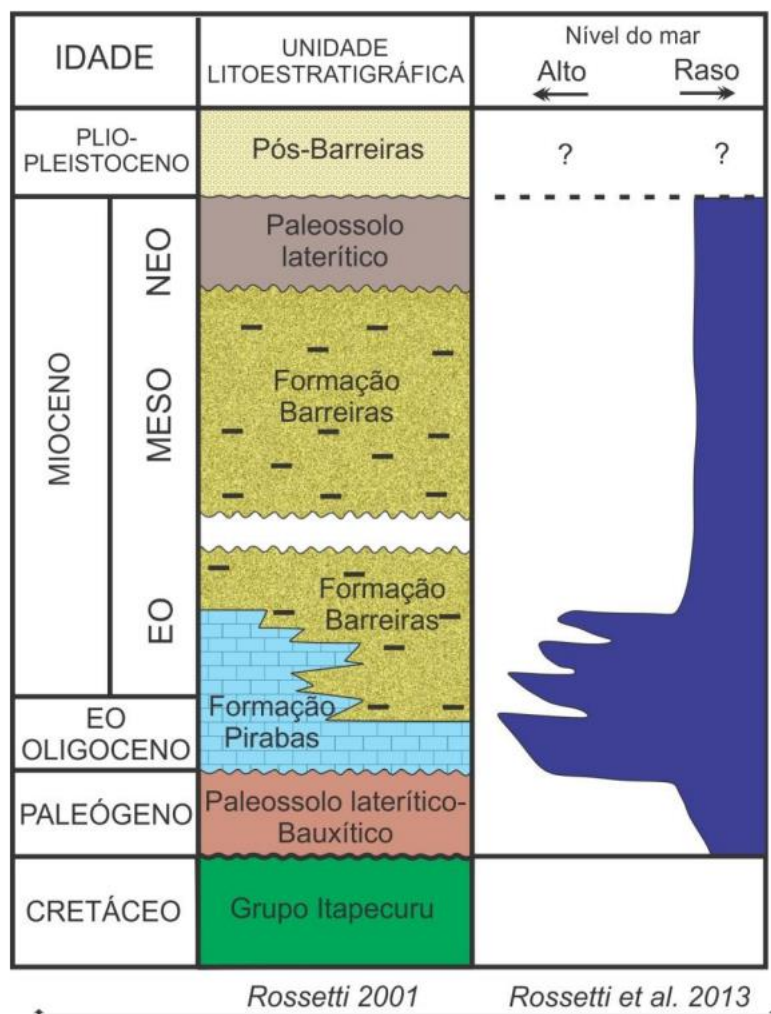


Figura 3: Carta litoestratigráfica da Plataforma Bragantina, no contexto do nordeste do Estado do Pará, em correlação com as unidades apresentadas. Fonte: Rossetti (2001) e Rossetti et al. (2013).

Análise de fácies desses estratos miocênicos (Góes *et al.* 1990), permitiram propor para a porção Pirabas a individualização de sete fácies: biocalcirrudito, biocalcarenito, bioermito, calcirrudito e micrito intercalado com pelitos laminados e arenitos calcíferos. Posteriormente (Rossetti 2006), detalhou as fácies carbonáticas mostrando proporções variáveis de grãos siliciclásticos, consistindo em biocalcirruditos estratificados e não-estratificados, margas, calcilutitos e bioermitos. As microfácies dominantes são: *wackestone-grainstone* fossilífero, *rudstones-floatstones-mudstones* e dolomitos neomorfizados. As fácies siliciclásticas consistem em arenitos quartzosos, depósitos heterolíticos, argilitos e, menos comumente, conglomerados de colorações negra, verde oliva, cinza ou ainda variegada (violácea, amarelada a avermelhada). Estruturas sedimentares incluem laminações plano-paralela, estratificação cruzada tabular, acamamentos heterolíticos, laminações onduladas tipo *linsen*, estratificações

cruzadas de baixo-ângulo e *hummocky*, além de marcas onduladas simétricas. Restos de vegetais e intraclastos de argila também são abundantes (Rossetti *et al.* 2013).

Pacotes calcários apresentam um diversificado conteúdo fossilífero constituído por vertebrados, macro e microinvertebrados, além de uma rica flora. São comuns pelecípodes, gastrópodes, foraminíferos, ostracodes, equinodermos, celenterados, briozoários, crustáceos, cefalópodes e poríferos, assim como peixes e sirênios (Toledo 1989; Arai 1997; Leite *et al.* 1997; Fernandes 1984; Távora *et al.* 2010; Aguilera *et al.* 2012, 2014; Nogueira & Feijó 2016; Amorim 2016). Bivalves e gastrópodes são os mais abundantes, com registro segundo Távora *et al.* (2004) e (2010) abrangendo aproximadamente 300 espécies. Microfósseis também são muito abundantes, consistindo principalmente em foraminíferos bentônicos e planctônicos, bivalves e gastrópodes, além de ostracodes que segundo Nogueira *et al.* (2019), consistindo em aproximadamente 100 espécies. Os vertebrados são representados por peixes ósseos, tubarões e arraías, sirênios, além de ocorrências locais de répteis (Costa *et al.* 2004). A paleoflora é rica em grãos de pólen, segundo Leite (2004), correspondem a 91 espécies de angiospermas, com esporos de pteridófitas e briófitas subordinadas. A deposição referente a Formação Pirabas ocorreu em um ambiente de plataforma rasa, constituído por subambientes de laguna, *shoreface/foreshore* e depósitos de mangue (Góes *et al.* 1990; Rossetti & Góes 2004; Rossetti *et al.* 2013).

Para sucessões miocênicas siliciclásticas, embora carente em conteúdo fossilífero, a Formação Barreiras mostra-se bastante rica em icnofósseis, tais como: *Thalassinoides*, *Ophiomorpha*, *Skolithos*, *Gyrolithes*, *Planolites*, *Diplocraterion*, *Taenidium*, *Psilonichnus*, *Palaeophycus*, *Teichichnus*, *Chondrites*, *Rhizocorallium*, *Phycosiphon* e *Cylindrichnus* (Netto & Rossetti 2003). Estes icnofósseis definem assembleias empobrecidas típicas de ambientes mixoalinos ou marinho-transicionais (Góes *et al.* 1990; Távora & Silva 2001; Netto & Rossetti 2003; Rossetti & Santos Jr. 2004; Rossetti 2006).

Devido a sua extensa área de ocorrência, a Formação Barreiras, exposta no contexto do nordeste da região amazônica, pode ser sintetizada em um modelo deposicional, que inclui um complexo de vales incisos estuarinos, destacada com base na abundância de depósitos formados por processos de maré, na variedade de ambientes deposicionais típicos de sistemas estuarinos, incluindo-se abundantes canalizações, e na associação icnológica com representantes de ambientes litorâneos e influência de água salobra (Rossetti 2000, 2001, 2006). Considerando a tendência predominantemente transgressiva durante o Eo/Mesomioceno em escala global, as áreas

continentais marginais estiverem sujeitas a frequentes inundações marinhas, excelente registro desses eventos dá-se por meio do reconhecimento dos domínios de sedimentação estuarina, no contexto nordeste do Estado do Pará. Esta influência é registrada não só em depósitos localizados próximos à atual linha de costa, mas também é bem evidente em estratos situados a mais de 200km dentro do continente (Rossetti & Santos Jr. 2004; Rossetti 2006). Apesar disto, não existe documentação de feições atribuídas a processos marinhos na Formação Barreiras exposta no litoral nordeste do Brasil. Uma possibilidade é a de que estes depósitos estejam hoje submersos na plataforma. Entretanto, considerando-se o intemperismo acentuado desses estratos, nem sempre é possível se proceder com análise faciológica que permita a adequada reconstituição dos processos sedimentares (Rossetti 2006).

3. GEOTURISMO, GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

Com o interesse de resguardar os registros da história da Terra, se tornou necessário o estabelecimento de ferramentas teóricas e práticas para gestão de lugares e objetos de interesse geológico, principalmente aqueles exemplares para os quais o ser humano atribuiu algum tipo de valor (Mansur 2018). Nesse contexto surgiu, mais recentemente, na década de 1990, o geoturismo e, atrelado a ele, o conceito de geoconservação (Hose 2000). Diversos autores defendem a ideia de que esses conceitos estão em construção, embora o de **geoturismo** tenha sido oficialmente definido em 2011, durante o Congresso Internacional de Geoturismo realizado em Portugal. A partir de então por meio da declaração de Arouca, entende-se geoturismo como “o turismo que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, patrimônio e o bem-estar de seus residentes”. Com esse conceito, subentende-se a ênfase nos aspectos geológicos (geodiversidade), mas em um contexto socioambiental mais amplo, no qual outros aspectos naturais e sociais estão envolvidos (Costa & Oliveira 2018). Contudo, pode-se considerar que o geoturismo enquadra-se na legislação brasileira para a educação ambiental em caráter não formal, uma vez que busca, por meio do incentivo de práticas fora do meio escolar ou universitário, a sensibilização da coletividade sobre questões ambientais (Brasil, Lei nº 9.795/1999, art. 13) que podem estar envolvidas com a geodiversidade.

Como **geodiversidade**, entende-se a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra (Royal Society for Nature Conservation/UK – Stanley 2000). Neste cenário, a geodiversidade pode ser entendida como a variedade de elementos geológicos que suportam a vida e funcionam como substrato para o desenvolvimento humano. Suplementa a noção corrente de biodiversidade como mais um elemento do meio natural a ser avaliado na caracterização de um dado território, seja para protegê-lo, seja para ordenar sua ocupação ou uso (Mansur 2018). Para Gray (2004), a geodiversidade é o equivalente abiótico da biodiversidade e pode ser definida como a variedade natural (diversidade) de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (paisagens, processos) e de solos. Essas duas definições são consideradas clássicas. Silvia et al. (2008), ressaltam que a biodiversidade depende diretamente da geodiversidade, pois as rochas, quando intemperizadas, disponibilizam nutrientes e micronutrientes, os quais são absorvidos pelas plantas, sustentando e desenvolvendo a vida no planeta. Nessa perspectiva, encaixa-se a

abordagem geossistêmica, que parte do princípio da integração entre os sistemas bióticos, abióticos e sociais, portanto, dos ecossistemas que compõem as diferentes paisagens da Terra (Tricart 1976; Bertrand 1978; Gray 2013).

Já os trabalhos sobre os valores da geodiversidade, enquanto provedora de serviços ecossistêmicos, encontram as mais detalhadas discussões em Gray (2004, 2013), detalhada por Silva (2016) e Silva e Nascimento (2016). Na edição de 2013, Gray estabeleceu um único valor para a geodiversidade: o valor intrínseco ou de existência, definido por ele como o valor atribuído pelo simples fato de existir e que independe da sua utilização e apresenta uma classificação do valor intrínseco com base nos seguintes serviços: regulação, suporte, provisão, cultura e conhecimento (Figura 4). Esses locais devem apresentar caráter de excepcionalidade, quando isso acontece, recebem o nome de geossítio, que se localizam em sítios específicos; ao conjunto de geossítios de um dado lugar, dá-se o nome de geopatrimônio ou patrimônio geológico.

Desse modo, sobre o que significa de fato um estudo da geodiversidade, Urquí, *et al.* (2007) fazem duas considerações: primeiro, não existe um método padronizado para esse tipo de estudo; segundo, tendo em vista a variedade de conceitos existentes, o que for adotado no trabalho acabará refletindo nos resultados, dificultando, por vezes, estudos comparativos. Neste trabalho em questão será adotado o método proposto por Brilha (2005).

Quanto a classificação de **patrimônio geológico**, estes são definidos como afloramentos únicos, formações geológicas, estilos de deformação e outros elementos geológicos de indubitável valor científico e ocorrência restrita. Para sua preservação e reconhecimento da sua importância, são necessárias a difusão do conhecimento e a conscientização da sociedade em geral (Carvajal & González 2003).

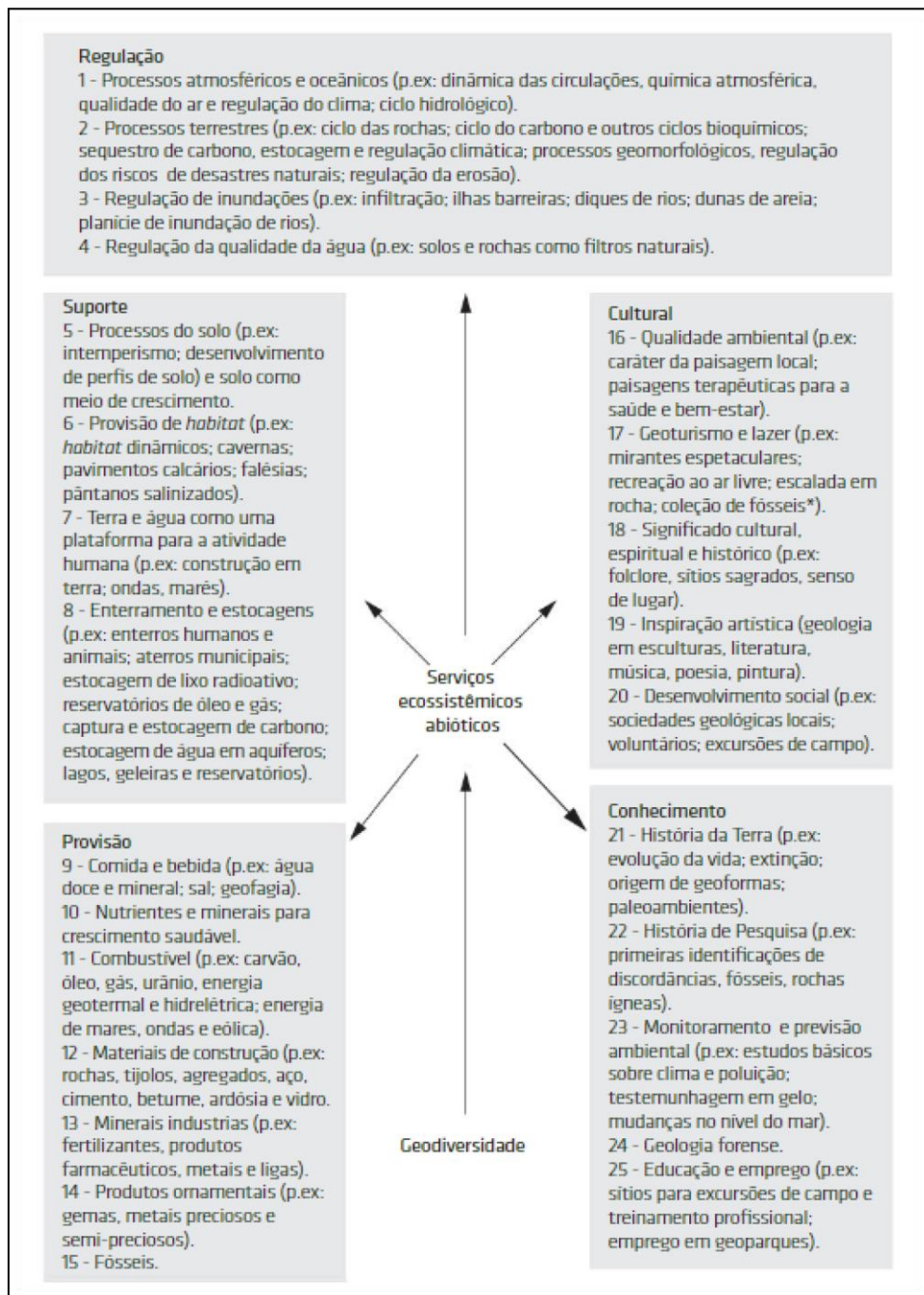


Figura 4: O papel da geodiversidade na geração de bens e serviços. Fonte: Gray (2013) traduzido por Mansur (2018).

Brilha (2005) conceituou patrimônio geológico como o conjunto de geossítio de uma dada região, ou seja, o conjunto de locais bem delimitados geograficamente, nos quais ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro. O mesmo autor em 2016 criou uma divisão entre patrimônio geológico *in situ* e *ex situ*. Para ambos ficou estabelecido o critério do valor científico como essência do conceito, sendo o valor científico as informações contidas naqueles sítios ou objetos que representam parte da história da Terra e de sua evolução ou um registro

significante da história do conhecimento geológico. Classificou-se o patrimônio geológico *in situ* como “sítio do patrimônio geológico” ou geossítio; classificou-se o *ex situ* como “elemento do patrimônio geológico”. Ademais, foi proposto pelo autor um esquema conceitual que abarca a geodiversidade, o patrimônio geológico e a geoconservação (Figura 5), ajustando conceitos e incorporando discussões que vinham sendo feitas anteriormente.

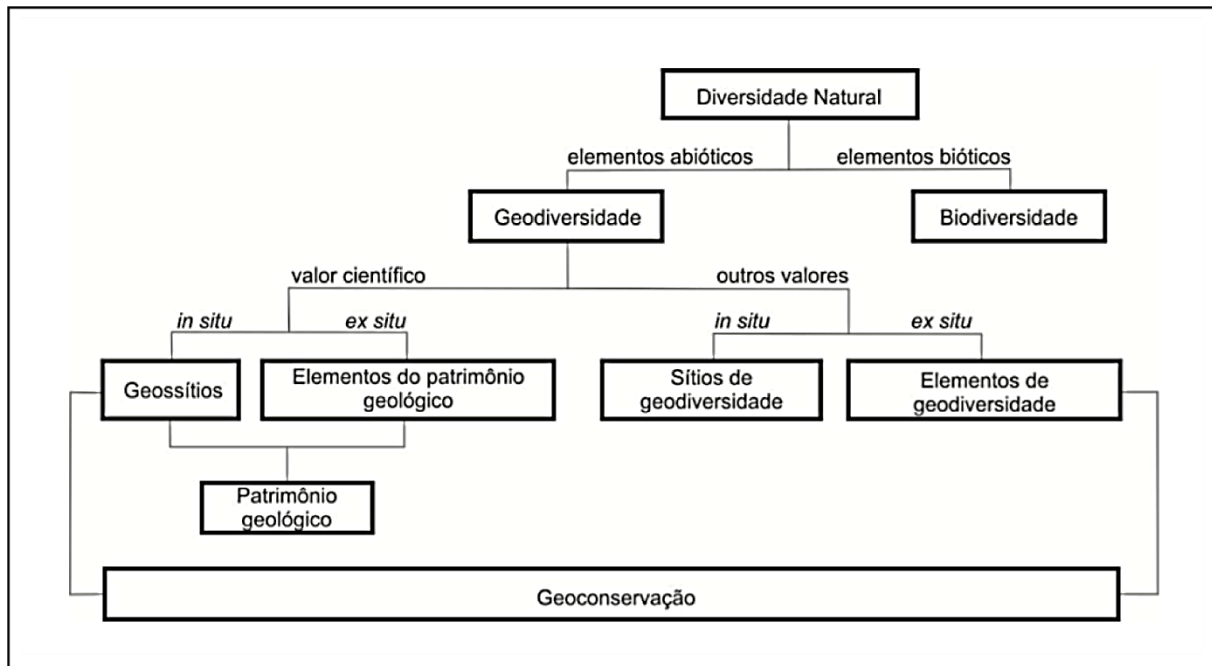


Figura 5: Esquema conceitual proposto e modificado por Brilha (2016), apresentando as relações entre geodiversidade, patrimônio geológico, outros tipos de patrimônio e geoconservação.

No Brasil, o conceito unificado de patrimônio encontra amparo no artigo 216 da Constituição de 1988, que apresenta os grandes grupos de bens de natureza material e imaterial que constituem o patrimônio cultural brasileiro. Entre eles, estão os sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico. A proteção do patrimônio é feita por meio de tombamento, embasada no Decreto-Lei nº 25 de 1937, parágrafo 2º do artigo 1º: “estão sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados, pela natureza, ou agenciados pela indústria humana”. Pode ocorrer na esfera municipal, estadual ou federal. Ressalta-se que esse artigo da constituição modificou, por ampliação da abrangência, o conceito de patrimônio estabelecido pelo Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, substituindo a denominação patrimônio histórico e artístico por patrimônio cultural brasileiro.

No caso do **patrimônio paleontológico**, vale ressaltar que por vezes ocorre uma análise específica, uma vez que os fósseis são caracterizados como patrimônio cultural da nação

brasileira e possuem, assim, proteção diferenciada. Com os fósseis, pode-se observar dois elementos importantes para a gestão de um território, indissociáveis do patrimônio paleontológico. O primeiro é a *identidade social*, em que o registro da vida, em um tempo de escala maior que a do tempo histórico, possibilita uma valorização do espaço geográfico e das comunidades ali existentes, reforçando o sentido de pertencimento. O segundo elemento é a *relevância econômica*, pois o interesse popular pela paleontologia permite o desenvolvimento de atividades geradoras de empregos associados a uma indústria cultural, cuja origem está diretamente relacionada a difusão por meio da televisão, cinema e mídias digitais (Carvalho *et al.* 2018).

Na legislação brasileira, o patrimônio paleontológico é entendido como um bem mineral, portanto, regido pelas diretrizes indicadas pelo Ministério das Minas e Energia, com a interveniência do Departamento da Produção Mineral. No Decreto-Lei nº 4.146, vigente desde 1942, no seu primeiro artigo indica “os depósitos fossilíferos são propriedade da Nação, e, como tais, a extração de espécimes fósseis depende de autorização prévia e fiscalização do Departamento Nacional da Produção Mineral, do Ministério da Agricultura”. Essa atribuição é justificável considerando-se a associação dos fósseis à extração de recursos minerais, em especial relacionados a rochas sedimentares, como carbonatos (indústria cimenteira), carvão ou hidrocarbonetos (recursos energéticos).

Já na Constituição do Brasil de 1988, os artigos 20, 23 e 24 fazem o enquadramento dos fósseis como bens da União, indicando a responsabilidade do Estado na proteção e defesa desse patrimônio natural. O artigo 216, inciso V, considera que os sítios de valor paleontológico são constituintes de patrimônio cultural brasileiro. Todavia, o controle e entendimento jurídico acerca dos fósseis no Brasil ainda é atribuição da Agência Nacional de Mineração (ANM), atualmente por meio do sistema de Controle e Pesquisa Paleontológica (Copal), produto das diretrizes previstas na portaria DMPM nº 542/2014. Esse sistema é uma plataforma de autorização eletrônica, cujo objetivo é fornecer a comunidade científica um ambiente no qual se efetuem requerimentos de pesquisa paleontológica, envolvendo comunicação e autorização de extração de espécimes fósseis, bem como salvamento paleontológico, salvaguardando a retirada de fósseis do país por meio da extração ilegal. Observa-se, assim, que mesmo havendo interesse público para que o patrimônio paleontológico seja entendido em uma perspectiva cultural, a diretriz política vigente, mantém a função do fóssil como elemento utilitário no âmbito da indústria extrativa (Carvalho *et al.* 2018).

4. ETAPAS PARA A GEOCONSERVAÇÃO

Brilha (2005) sugere a execução de seis etapas como requisito básico para se promover a geoconservação de uma dada área: inventário, quantificação do valor, proteção legal, divulgação/valorização, conservação e monitoramento. Sendo estes explicados pelo autor como:

Inventário: é uma ferramenta aplicada para todos os tipos de patrimônio, tanto natural quanto construído, tanto material quanto imaterial. É usado para reconhecer o valor patrimonial dos bens e divulgá-los, feito em bases técnico-científicas e utiliza pareceres e pesquisas para comprovar a importância dos bens listados. A singularidade, monumentalidade e excepcionalidade são atributos que se buscam identificar em cada bem inventariado, de modo a realçar seu valor e justificar sua proteção. Não é diferente do objetivo de um inventário de patrimônio geológico, que, sem dúvida, é a primeira e essencial tarefa a ser realizada para fins de reconhecimento e geoconservação (Brilha 2005). No geral, o inventário se baseia em um levantamento preliminar de sítios, realizado com pesquisadores das áreas, que indica os mais relevantes. Assim, passa-se a uma segunda etapa: a quantificação do valor.

Quantificação do valor: a valoração (ou quantificação do valor dos sítios) busca demonstrar a relevância do patrimônio para dar suporte às ações de geoconservação, com o mínimo de critérios subjetivos. Em geral, os métodos de avaliação quantitativa dos sítios utilizam parâmetros de pontuação por atribuição de notas e estabelecimento de um *ranking* comparativo. Na lógica de Brilha (2005), após a valoração é fundamental que os sítios considerados mais valiosos no *ranking* sejam protegidos, caso ainda não o sejam, por algum tipo de legislação.

Classificação (ou proteção legal): esta secção refere-se ao enquadramento dos geossítios de interesse na legislação de proteção. No Brasil, não existe uma figura legal específica para a proteção do patrimônio geológico. Porém, pelo ponto de vista da lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc), a Lei Federal nº 9985, de 18 de julho de 2000, que regula as áreas protegidas onde pode haver esse enquadramento, faz menção à importância geológica e a outros aspectos do meio físico no Artigo 4º, conforme trechos selecionados a seguir:

Art. 4º - O SNUC tem os seguintes objetivos: [...]

III – contribuir para a preservação e a restauração da diversidade e ecossistemas naturais; [...]

IV – proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;

VII – proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológicas, espeleológicas, arqueológicas, paleontológicas e cultural; [...]

X – proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; [...]

XII – favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico. [...]

Também já existem exemplos de realização de tombamento de geossítios pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) e por órgãos estaduais de defesa do patrimônio. Essa estratégia pode ser aplicada aos sítios integrados à cultura local, que possuem grande valor paisagístico e importância para o ambiente urbano, de acordo com o Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, que organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Entretanto, Pereira *et al.* (2008), ressaltam que o enquadramento pela vertente cultural do patrimônio geológico é inapropriado pois as entidades relacionadas não possuem especialistas para avaliar os aspectos geológicos e paleontológicos, sendo, portanto, mais adequado à conservação do patrimônio geológico por categorias do Snuc.

Conservação: pressupõe a manutenção da integridade do geossítio, podendo incluir restrições de uso e até a implementação de barreiras físicas para impedir a aproximação do visitante. Mansur (2018) enfatiza que até mesmo trabalhos de campo podem danificar o patrimônio, suprimindo algumas feições e estruturas raras e/ou didáticas, além disso, ações como vandalismo, roubo de fósseis, entre outras práticas precisam ser minimizadas.

Valoração e divulgação: valorização é o conjunto de ações executadas para demonstrar a importância do geossítio, como painéis interpretativos, folhetos, mídia eletrônica, entre outros. A compreensão pela população dos fenômenos que geram os monumentos geológicos é essencial para a promoção da geoconservação, porém a divulgação da informação à sociedade deve ser feita desde que não leve perigo a integridade do local. Por esse motivo, a divulgação de alguns sítios só deve ser realizada após sua proteção legal (Brilha 2005). Buscando alcançar o maior número de pessoas, Mansur (2018) enfatiza que a geoconservação depende do apoio da sociedade para se concretizar, mas esse apoio só será obtido se houver um entendimento da importância desses locais de interesse geológico, o que pressupõe a absorção de informações e conceitos básicos geológicos pelos cidadãos através de linguagem acessível.

Monitoramento: refere-se ao acompanhamento sistemático das situações dos geossítios para verificação do possível alcance das ações antrópicas sobre eles.

5. RESULTADOS

Na parte inicial do estudo a identificação de um geossítio deve passar pelo reconhecimento da presença dos seguintes critérios: representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico. A análise para geoconservação dos locais selecionados neste estudo seguiu as seis etapas propostas por Brilha (2005), sendo a primeira etapa, denominada Inventário, que consiste no início do processo que comprova, através de uma descrição técnica, a existência desses locais (Nascimento *et al.* 2008). Os sítios devem ser descritos de forma padronizada, georreferenciados e estar em uma carta topográfica e/ou geológica, com os devidos registros fotográficos. Além disso, segundo Brilha (2005), o sítio deve destacar-se dentro os registros geológicos/paleontológicos da área estudada.

A etapa a seguir, denominada Quantificação, são colocados em valores numéricos a etapa do Inventário e posteriormente multiplicados resultando em um valor final utilizado para classificação das localidades com potenciais para geossítios.

Esta etapa passou a ser utilizada pelo Serviço Geológico do Brasil /CPRM e disponibilizado para o público através de um aplicativo denominado GEOSSIT (<https://www.cprm.gov.br/geossit/>), utilizado neste trabalho.

De acordo com Brilha (2016), os critérios de avaliação quantitativa são apresentados em três tabelas, sendo estas: 1) Valor científico, 2) Potencial uso Educativo e Turístico e 3) Risco de Degradação. Cada uma destas tabelas apresenta critérios de peso que são multiplicados por parâmetros que variam de 1 a 4. A apresentação das tabelas na íntegra estará presente no anexo desse trabalho. A seguir, serão apresentados e explicados os valores correspondentes de cada tabela para os parâmetros quantificados para cada uma das localidades. Pode-se calcular a escala de relevância de um local através do aplicativo GEOSSIT, considerando geossítio de relevância nacional quando, durante a avaliação, seu valor científico é igual ou maior que 200 e de relevância internacional quando este valor for igual ou maior que 300. Valores menores que 200 caracterizam importância regional ou local. Com relação ao risco de degradação, existem três escalas: baixo risco de degradação quando for menor que 200; risco moderado quando esse valor estiver no intervalo entre 201 e 300; e alto risco quando esse valor estiver entre 301 e 400. Em seguida foi realizada a classificação das localidades conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

5.1. VILA DE FORTALEZINHA NA ILHA DE MAIANDEUA

5.1.1. Inventário

A região descrita se localiza no município de Maracanã, na ilha de Maiandeuá (conhecida popularmente como ilha de Algodão), na Vila de Fortalezinha (Lat.: -0.632205°, Long.: -47.537224°) localizada na Folha Salinópolis SA.23-V-A. O acesso a localidade é feito por vias terrestres pela BR-316 até Castanhal, depois seguindo a PA-136 e PA-318 até Marudá, adiante o trajeto foi feito de barco para a ilha de Algodão e de barco de pequeno porte (rabetá) para a Vila de Fortalezinha (Figura 6).

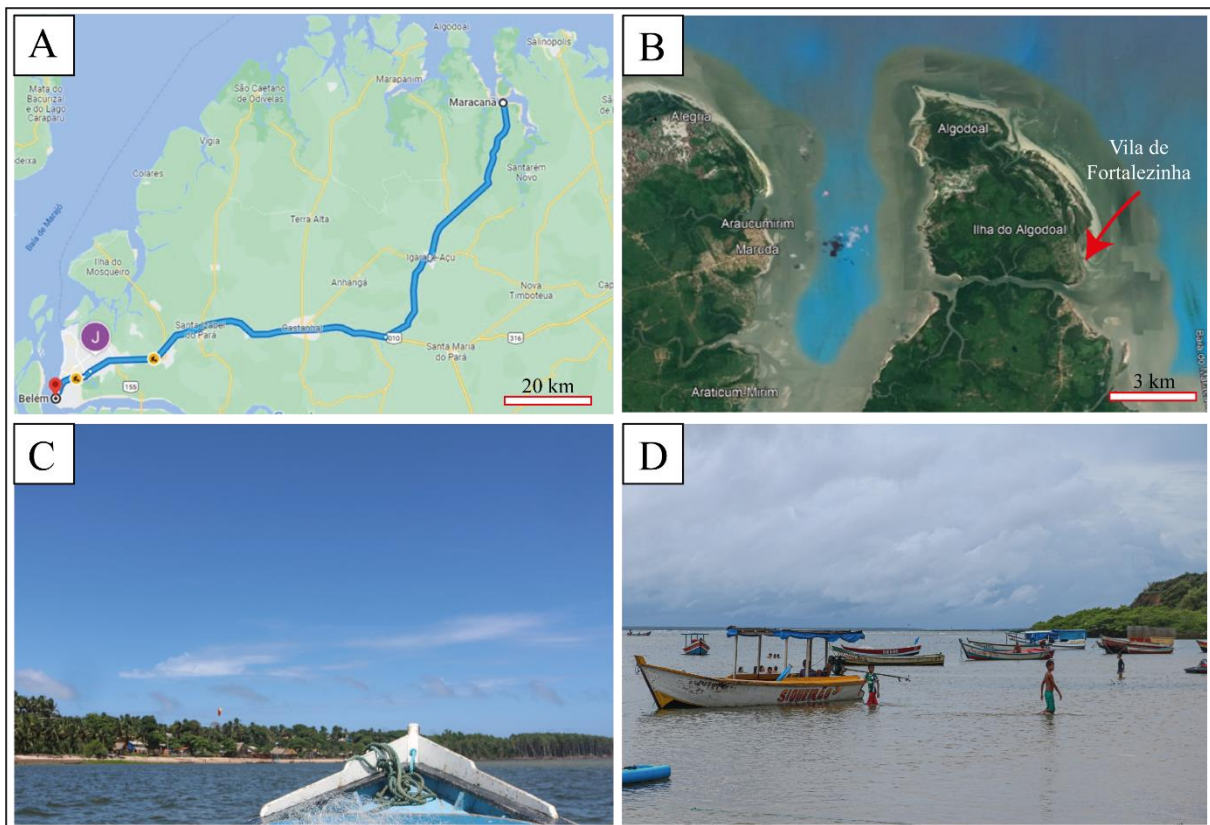


Figura 6: (A) Rota alternativa Belém-Maracanã (Fonte: Google Maps). (B) Localização da Vila de Fortalezinha, na Ilha de Algodão, onde está localizado o geossítio. (C) Chegada na Praia de Fortalezinha. (D) Os barcos de pequeno porte usados para travessia na ilha de Maiandeuá, de Algodão até Fortalezinha.

Na praia da Vila de Fortalezinha são identificadas, formações rochosas cenozoicas na forma de falésias de aproximadamente 8 metros de altura, sendo estas da base para o topo correspondendo as unidades litoestratigráficas Formação Pirabas na base, Barreiras na porção intermediária e sedimentos Pós Barreiras no topo das falésias (Figura 7A). A Formação Pirabas é composta por folhelhos cinza com raros fragmentos de vegetais piritizados na base (Figura 7B); seguido de calcários amarelos ricamente fossilíferos (Biocalcirudito) com aspecto maciço e localmente dolomitizado e que guarda um dos mais abundantes conteúdo fossilífero da

Formação Pirabas (Figura 7D). Apresentada indivíduos inteiros ou fragmentados e de tamanhos variados preservados principalmente na forma de moldes internos e externos. Sendo os principais grupos fósseis encontrados na localidade representados por Bivalves, Gastrópodes, Equinodermos, Sirênios e dentes de tubarões e arraias. Estes calcários e folhelhos compõem o substrato da praia, chegam a 2 metros de espessura e ocorrem na forma de superfícies irregulares geradas pela erosão feita pelas ondas associadas ao intemperismo químico atual, em alguns locais estes depósitos estão parcialmente cobertos por sedimentação e vegetação de mangue, além de blocos e clastos de laterita provenientes da erosão das falésias adjacentes (Figuras 7C e E).

Acima destes calcários e folhelhos, em contato brusco, ocorrem ritmitos com acamamentos de maré do tipo lenticular a *wavy*. Os ritmitos com acamamento lenticular são caracterizados por uma espessa camada de siltito-argilito cinza claro com lentes de arenito fino de coloração amarelada. Estes passam de forma gradacional para ritmitos com acamamento *wavy* e, lateralmente de forma erosiva para arenitos vermelho amarelados, de granulometria fina a média, com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte (Figuras 9A e B), ao todo, estes depósitos alcançam 3,5 metros de espessura. O contato entre a Formação Barreiras e os Sedimentos Pós-Barreiras é caracterizado por uma linha de pedra descontínua (Marcondes 1991), composta de clastos e grânulos de laterita subangulosa a subarredondada. Os Sedimentos Pós-Barreiras são formados por areias inconsolidadas maciças de tons entre o vermelho e o amarelo que alcançam até 2,5 metros de espessura, sendo cobertos no topo pela vegetação nativa.

As rochas que formam este afloramento registram a passagem de condições marinhas plataformais, habitada por uma abundante e diversificada fauna que se proliferou em ambientes de lagunas e mangues costeiros (Távora & Reis 2015; Aguilera *et al.* 2020), para condições transicionais em que a linha de costa avançou devido ao contínuo aporte de sedimentos siliciclásticos causando o colapso da sedimentação carbonática (Nogueira *et al.* 2021). Sucessivos períodos de exposição subaérea e processos de lateritização levaram a formação de crostas lateríticas que foram posteriormente fragmentadas para formação da linha de pedra que limita a base dos Sedimentos Pós-Barreiras. Pouco se sabe a respeito dos Sedimentos Pós-Barreiras, mas acredita-se que estão associados a preenchimentos de vales tectônicos formados entre o Pleistoceno tardio e o Holoceno (Rossetti & Valeriano 2007; Tatumi *et al.* 2008).

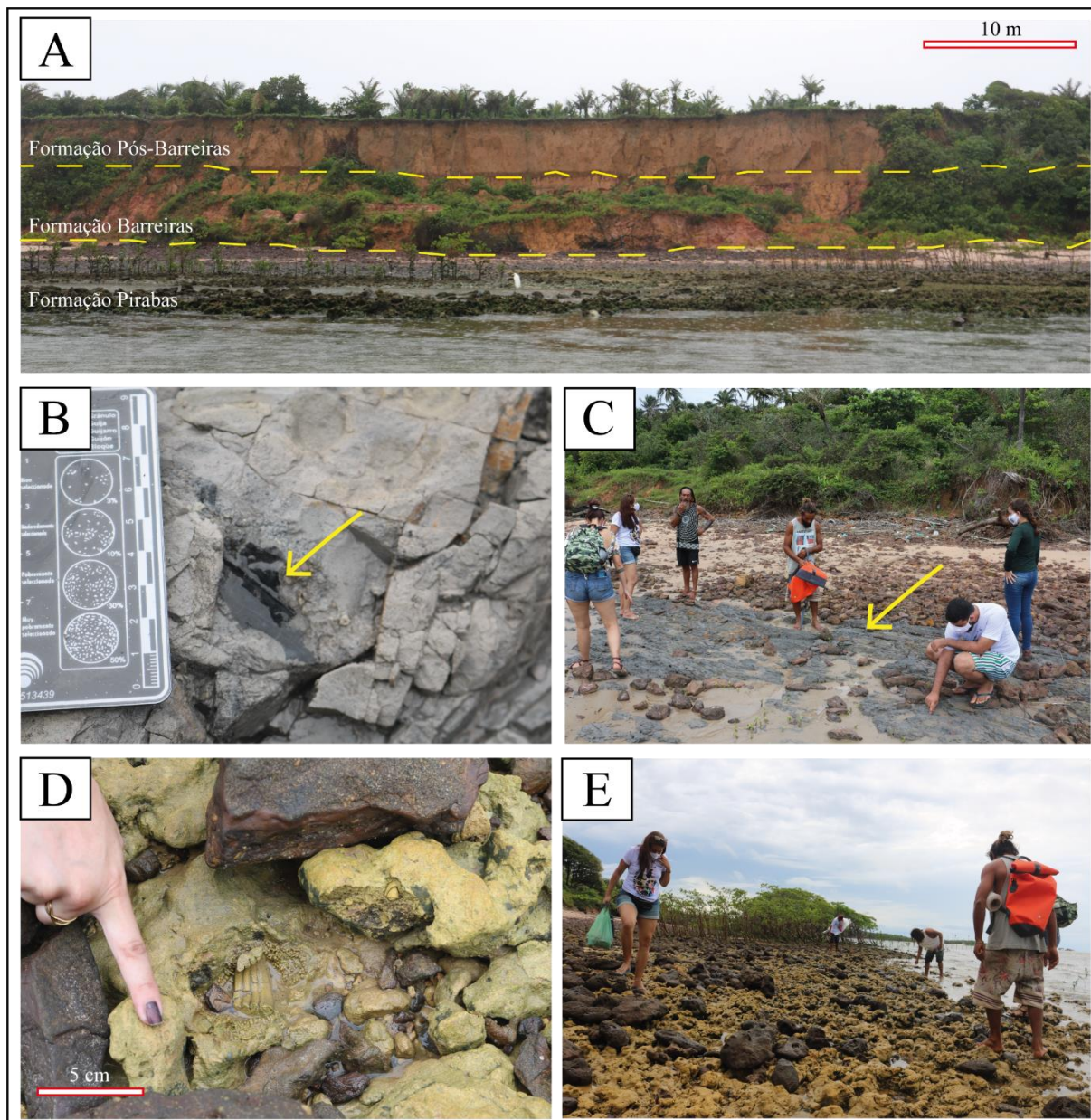


Figura 7: (A) Afloramento encontrado na praia de Fortalezinha, onde é possível identificar três Formações unidades que o compõe sendo estas Pirabas, Barreiras e pós Barreiras. (B) Folhelhos cinzas com fragmento vegetal piritizado (seta amarela). (C) Aspecto geral dos folhelhos cinzas parcialmente cobertos por fragmentos lateríticos (seta branca) e sedimentos do mangue ao fundo; (D) Calcário amarelo com fragmentos de fósseis de moluscos gastrópodes, *Turbinella*; (E) Aspecto geral dos calcários amarelos fossilíferos. Note a superfície irregular formada pela erosão das ondas e intemperismo e a cobertura parcial de blocos lateríticos e da vegetação de mangue.



Figura 8: (A) dentes fossilizados de tubarão, além de dentes de Raias e Sirênios. (B) fósseis em sua maioria de molde interno de Bivalves e Gastrópodes, além de grandes dentes de tubarões fossilizados. (C) fósseis representante Equinodermo (*Clypeaster sp.*) e Gastrópode (*Tylostoma*). (D) diversas costelas fossilizadas de Sirênios (em sua maioria da espécie *Dioplotherium allisoni*).

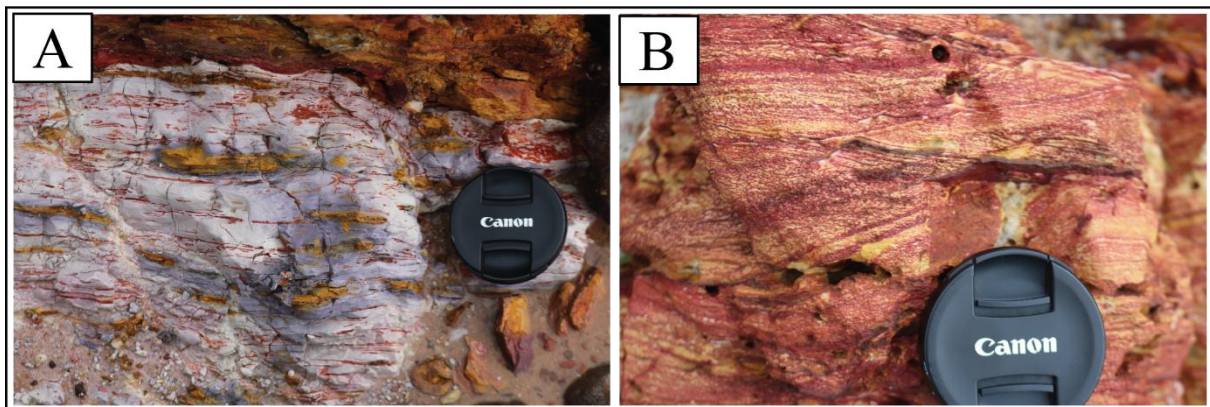


Figura 9: Detalhe da Formação Barreiras na Praia de Fortalezinha (A) ritmito caracterizado por argilitos cinza claro com lentes de arenito amarelo. (B) arenito avermelhado amarelado, com estratificações cruzadas acanaladas onde é possível os sets de tamanhos centimétricos

5.1.2. Quantificação

5.1.2.1. Valor Científico (VC)

Os critérios e indicadores de peso (de A até G) para Valor Científico da localidade de Fortalezinha estão apresentados na tabela a seguir e totalizaram o valor **220 pontos**, as justificativas e argumentações para cada pontuação são mostradas a seguir:

Tabela 1: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação dos Valores Científicos (CV) dos geossítios, para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).

VALOR CIENTÍFICO (CV)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Representatividade (x30)	
O geossítio é um bom exemplo na área estudada para ilustrar elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	2
B – Localidade (x20)	
O geossítio é utilizado pela ciência nacional, diretamente relacionado ao arcabouço geológico em consideração.	1
C – Conhecimento Científico (x5)	
Existem artigos nacionais sobre o geossítio, diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	2
D – Integridade (x15)	
O principal elemento geológico está muito bem conservado.	4
E – Diversidade Geológica (x5)	
Geossítio com mais de três feições geológicas distintas com relevância científica.	4
F – Raridade (x15)	
Na área em estudo já possui duas ou três ocorrências de geossítio similares representando o arcabouço geológico.	2
G – Limitações de uso (x10)	
É possível fazer amostragem ou trabalhos de campo depois de transpostas as limitações.	2

- A) Representatividade: trata-se de um bom exemplo da área estudada para ilustrar elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico da Formação Pirabas, porém para a Formação Barreiras e os Sedimentos Pós Barreiras não ocorrem os melhores afloramentos. Contudo, a presença abundante e diversificada de fósseis nos calcários e folhelhos da Formação Pirabas, e o fato de neste afloramento ocorrerem o contato de três unidades que registram importantes eventos geológicos na costa nordeste do Estado do Pará, tornam esta localidade um bom exemplo para ilustrar os elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico da região. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 30.
- B) Localidade: O geossítio em questão (Fortalezinha) é utilizado apenas pela ciência nacional, diretamente relacionado ao arcabouço geológico em consideração, uma vez que se encontram na localidade ocorrência de formações descontínuas presentes no litoral brasileiro como as formações Pirabas e Barreiras. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 20.

- C) Conhecimento Científico: Existem poucos artigos nacionais e internacionais sobre o geossítio (Távora *et al.* 2010; Aguilera & Pães 2012; Aguilera *et al.* 2017), além de resumos para anais de congressos de geologia (Nogueira Neto *et al.* 2008). A maioria destes artigos tem incluído a região de estudo num contexto geológico e paleontológico regional diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração (estratos miocênicos e recentes) com destaque para o conteúdo paleontológico da Praia de Fortalezinha. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 5.
- D) Integridade: O principal elemento geológico está muito bem conservado, por se tratar de uma área de difícil acesso, onde o acesso ao local se dá unicamente por via de rios, a quantidade de turistas é bastante limitada e os moradores locais se preocupam com a preservação do local, como constatado em conversas com a população praiana que habita a região e que levou a equipe de estudo até a praia. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 15.
- E) Diversidade Geológica: Geossítio conte com mais de três feições geológicas distintas com relevância científica, sendo estas: rochas sedimentares aflorantes, feições morfológicas de relevo (falésia, mangues, praias rochosas), conteúdo fóssilífero abundante e aspectos hidrogeológicos costeiros devido a ocorrência de rochas que compõe o sistema aquífero livre Pirabas/Barreiras. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 5.
- F) Raridade: A região nordeste, onde se localiza a Praia de Fortalezinha, já possui duas ocorrências de localidades similares aos depósitos de Fortalezinha que representam o arcabouço geológico cenozoico. Neste caso, para avaliar a raridade deste local, foram levados em consideração a ocorrência de um Sítio Paleontológico no estado do Pará cadastrado pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, que é a Ilha de Fortaleza que possui um expressivo registro de fósseis do Cenozoico marinho do Brasil (Távora *et al.* 2002). Este geossítio, localizado no município de São João de Pirabas, está cadastrado no GEOSSIT. O outro local é o geossítio de Capanema, que está dentro de uma área de mineração de calcário, a mina B-17 (Távora *et al.* 2007). Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 15.
- G) Limitações de uso: É possível fazer amostragem ou trabalhos de campo depois de transportas as limitações, uma vez que trata-se de uma área de proteção ambiental: Área de Proteção Ambiental Algodal-Maiandeuá (APA Algodal/Maiandeuá), criada pela Lei Estadual nº 5.621, de 27 de novembro de 1990, localizada no município de Maracanã, onde conforme os artigos IV - (...) assegurar a proteção da área e uso racional

do solo, bem como outras medidas referentes à preservação de ambientes e conservação de recursos naturais; e no artigo V - Aplicação quando for necessário das medidas legais destinadas a impedir ou evitar o exercício de atividades causadoras de sensível degradação (...). Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 10.

5.1.2.2. Potencial Uso Educativo (UE) e Turístico (UT)

Os critérios e indicadores de peso (de A até J) para Potencial Uso Educativo e Turístico da localidade de Fortalezinha estão apresentados na tabela a seguir e totalizaram o valor **265 pontos para o Potencial Uso Educativo e 215 pontos para Potencial Uso Turístico**, as justificativas e argumentações para cada pontuação são mostradas a seguir:

Tabela 2: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Potencial Uso Educativo (UE) e Potencial Uso Turístico (UT) dos geossítios. Observar destaques em tabelas adicionais para os indicadores que são particularidades para Potencial Uso Educativo (Tabela 2.1) e Potencial Uso Turístico (Tabela 2.2), para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016) (continuação).

POTENCIAL USO EDUCATIVO (UE) E TURÍSTICO (UT)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Vulnerabilidade (UE e UT x10)	
Existe a possibilidade de deterioração por atividade antrópica dos principais elementos geológicos do geossítio.	2
B – Acessibilidade (UE e UT x10)	
O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus.	1
C – Limitações de uso (UE e UT x5)	
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas somente depois de superar as limitações (permissão legal, enchentes, etc.).	2
D – Segurança (UE e UT x10)	
O sítio não apresenta facilidades, sem cobertura de celular e está localizado a mais de 50km de serviço de emergência.	1
E – Logística (UE e UT x5)	
Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 15km do sítio.	4
F – Densidade de População (UE e UT x5)	
Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km ² .	1
G – Associação com outros valores (UE e UT x5)	
Ocorrência de muitos valores ecológicos e culturais e menos de 5km do sítio.	4
H – Cenário (EU x5; UT x15)	
O sítio é atualmente utilizado como um destino turístico em campanhas locais.	2
I – Singularidade (UE x5; UT x10)	
O sítio apresenta feições comuns na região, mas incomuns em outras regiões do país.	2
J – Condições de observação (UE x10; UT x5)	
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos.	3

- A) Vulnerabilidade: Existe a possibilidade de deterioração por atividade antrópica dos principais elementos geológico do geossítio, apesar de tratar-se de uma área de proteção ambiental e ter o acesso turístico controlado pelos moradores do local uma vez que só é possível acessar via barco pelos rios, ainda sim é uma praia que recebe visitantes durante o ano todo e nesse caso sempre há risco de deterioração de rochas e fósseis por curiosidade ou trabalhos de pesquisa que não façam de coletas cuidadosas. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.
- B) Acessibilidade: O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus. Aqui este parâmetro foi utilizado pois não há opção que descreva acesso indireto por rodovia, porém com acesso direto por vias fluviais, que é o caso da Vila de Fortalezinha, onde só é possível chegar de barco, todavia o acesso para uma rodovia acessível para ônibus fica a 10,8km (distância da Rodovia PA-318 em Marudá até a Vila de Fortalezinha). Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.
- C) Limitações de uso: O sítio pode ser usado por estudantes e turistas somente depois de superar limitações como permissão legal (no caso de trabalhos de pesquisa, por conseguinte da proteção ambiental), além disso o transporte deve ser combinado previamente, pois quem realiza a travessia da Vila de Algodal para a Vila de Fortalezinha são os moradores locais via barcos pessoais. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.
- D) Segurança: O sítio não apresenta facilidades, sem cobertura de celular das principais operadoras, todavia está localizado a menos de 50km de serviço de emergência que neste caso seria a UBS Zaíra Silva localizada em Marudá, a menos de 15km de distância, mas de acesso somente pelo rio. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.
- E) Logística: Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 15km do sítio, neste caso trata-se de alojamentos localizados na Vila de Algodal, estritamente turística, com diversos hotéis e restaurantes disponíveis. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.
- F) Densidade de População: Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km², mesmo levando em consideração todo o município de Maracanã onde estão localizadas as ilhas de Maiandeuá, entre estas a vila de Fortalezinha, localidade estudada, a densidade demográfica é de 33,16 habitantes por km² no território do

município, segundo dados do IBGE de 2010. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.

- G) Associação com outros valores: Há ocorrência de muitos valores ecológicos e culturais e menos de 5km do sítio, entre estes destacam-se o carimbó do grupo regional Filhos de Maiandeuá, o Skysurf muito praticado na vila, além de vivência natural com produção de artesanatos e casas de palha ensinado pelos próprios moradores locais aos visitantes. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.
- H) Cenário: O sítio é atualmente utilizado como um destino turístico em campanhas locais, vinculadas a meios digitais como sites de turismo, postagens em redes sociais e televisionados como por exemplo reportagens da Rede Liberal (<https://g1.globo.com/pa/para/e-do-para/noticia/2019/07/20/paraiso-escondido-vila-de-fortalezinha-e-recanto-da-natureza.ghtml>). Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.
- I) Singularidade: O sítio apresenta feições comuns na região, mas incomuns em outras regiões do país, devido a presença de elementos da geodiversidade que podem promover o interesse de estudantes e turistas pelo local como o acesso à praia por vias fluviais, a presença de fósseis comuns na região, mas raros em outras regiões do Brasil, a ocorrência de uma biodiversidade diversa com mangues, aves, crustáceos, etc. e sua relação com o elementos geológicos (falésias de arenitos e praias de calcário). Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.
- J) Condições de Observação: Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos, como as altas e baixas de marés, vegetação de mangue, etc. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 10 e 5.

Os critérios e indicadores de peso (de K e L) de exclusividade para Potencial Uso Educativo da localidade de Fortalezinha estão apresentados na tabela a seguir, onde estes correspondem:

Tabela 2.1: Complemento da Tabela 2, exclusivo para Potencial Uso Educativo (UE), para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).

POTENCIAL USO EDUCATIVO (UE)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
K – Potencial uso didático (x20)	
O sítio apresenta elementos geológicos que são utilizados em todos os níveis escolares.	4
L – Diversidade Geológica (x10)	

Mais de três tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio (mineralógicos, paleontológicos, geomorfológicos, etc.)	4
---	---

- K) Potencial uso didático: O sítio apresenta elementos geológicos que podem ser utilizados em todos os níveis escolares, como ensino infantil, fundamental, médio, graduação e pós-graduação, desde que com devida orientação. Este critério é reforçado pela presença abundante e diversa de fósseis, que são facilmente observados nos calcários da praia que podem ser utilizados em atividades de campo para estudantes de ensino fundamental e médio do município e de locais próximos. Para o ensino infantil seria aconselhado a construção ou promoção de exposições paleontológicas com os elementos fósseis deste local, coletados de forma sistemática, sem maiores danos a geodiversidade do local. No ensino de graduação e pós-graduação o local pode auxiliar na formação de novos pesquisadores das áreas de paleontologia e geologia, pois além dos fósseis, no local afloram rochas que registram eventos transgressivos e regressivos que marcam o Cenozoico do norte do Brasil. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 20.
- L) Diversidade Geológica: Mais de três tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio, são estes: sedimentológico/estratigráficos, paleontológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 10.

Os critérios e indicadores de peso (de K, L e M) de exclusividade para Potencial Uso Turístico da localidade de Fortalezinha estão apresentados na tabela a seguir, onde estes correspondem:

Tabela 2.2: Complemento da Tabela 2, exclusivo para Potencial Uso Turístico (UT), para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).

POTENCIAL USO TURÍSTICO (UT)	
Crítérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
K – Potencial interpretativo (x10)	
O público precisa ter algum conhecimento prévio da geologia para compreender os elementos geológicos do sítio.	3
L – Nível econômico (x5)	
O sítio está localizado em município com renda familiar abaixo que a média nacional.	1
M – Proximidades recreativas (x5)	
O sítio está localizado a menos de 5km de áreas recreativas ou de atrações turísticas.	4

- K) Potencial interpretativo: O público precisa ter algum conhecimento prévio da geologia para compreender os elementos geológicos do sítio, pois não há placas explicativas no local. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 10.
- L) Nível econômico: O sítio está localizado em município com renda familiar abaixo que a média nacional, em relação ao município de Maracanã, considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário-mínimo por pessoa, tinha 54.2% da população nessas condições. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5.
- M) Proximidades recreativas: O sítio está localizado a menos de 5km de áreas recreativas ou de atrações turísticas, considerando assim a própria Vila de Fortalezinha e a Vila de Algodal inclusas. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 5.

A partir dos levantamentos de Valor Científico (VC), Potencial Uso Educativo (UE) e Turístico (UT) foi possível classificar o geossítio em questão através do simulador do aplicativo GEOSSIT (<https://www.cprm.gov.br/geossit/geossitios/simulador>) como sendo de **Relevância Nacional**.

5.1.2.3. Risco de Degradação (RD)

Os critérios e indicadores de peso (de A até E) para Risco de Degradação da localidade de Fortalezinha estão apresentados na tabela a seguir e totalizaram o valor **250 pontos** indicando risco de degradação nível **médio**, onde estes correspondem:

Tabela 3: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Risco de Degradação (RD) dos geossítios, para localidade de Fortalezinha. Modificado de Brilha (2016).

RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Deterioração dos elementos geológicos (x35)	
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos.	3
B – Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação (x20)	
Sítio localizado a menos de 50m de áreas/atividades com potencial para causar degradação.	4
C – Proteção Legal (x20)	
O sítio está localizado e uma área com proteção legal, mas sem controle de acesso.	2
D – Acessibilidade (x15)	
O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus.	1
E – Densidade populacional (x10)	
Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km ² .	1

- A) Deterioração dos elementos geológicos: A praia de Fortalezinha, apesar de ser relativamente isolada, tem possibilidade de deterioração dos seus principais elementos

geológicos, pois trata-se de uma região de praia e turística, sem uma fiscalização muito eficiente. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 35, mas para a condição de Risco de Degradação.

- B) Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação: Sítio está localizado a menos de 50m de áreas/atividades com potencial para causar degradação no município de Maracanã, como indústrias, agropecuárias, mineradoras, entre outras. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 20, mas para a condição de Risco de Degradação.
- C) Proteção Legal: O sítio está localizado e uma área com Proteção Legal (APA Algodual/Maiandeuá, criada pela Lei Estadual nº 5.621, de 27 de novembro de 1990), mas sem controle de acesso. Também não há placas de aviso na localidade que indique que a região se encontra em área de Proteção Legal. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 20. mas para a condição de Risco de Degradação.
- D) Acessibilidade: O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus. Aqui este parâmetro foi utilizado pois não há opção que descreva acesso indireto por rodovia, porém com acesso direto por vias fluviais, que é o caso da Vila de Fortalezinha, onde só é possível chegar de barco, todavia o acesso para uma rodovia acessível para ônibus fica a 10,8km (distância da Rodovia PA-318 em Marudá até a Vila de Fortalezinha). Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10, mas para a condição de Risco de Degradação.
- E) Densidade populacional: Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km², mesmo levando em consideração todo o município de Maracanã onde estão localizadas as ilhas de Maiandeuá, entre estas a vila de Fortalezinha, localidade estudada, a densidade demográfica é de 33,16 habitantes por km² no território do município, segundo dados do IBGE de 2010. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10, mas para a condição de Risco de Degradação.

A partir deste levantamento foi possível identificar, através do simulador do aplicativo GEOSIT risco **médio (ou moderado)** para o critério Risco de Degradação (RD), indicando, portanto, necessidade de medidas de proteção mais efetivas para preservação do patrimônio local apresentado anteriormente.

5.1.3. Classificação

A Vila de Fortalezinha já está classificada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc) como uma unidade de conservação (UC) pertencente ao grupo Unidades de Uso Sustentável, que concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Nesta está incluída a categoria de “Área de Proteção Ambiental” de acordo com o que foi estipulado na Lei Estadual nº 5.621, de 27 de novembro de 1990.

5.2. VILA PEDRA EM IRITUIA

5.2.1. Inventário

Como dito anteriormente, na etapa do inventário são descritas informações acerca da área estudada como localização, litologia, feições, entre outros. A área estudada se localiza no município de Irituia, um pouco afastada da área urbana da cidade, um lugar chamado de Vila Pedra (Lat.: -1.677007°, Long.: -47.449508°) localizada na Folha Castanhal SA.23-V-A. Seu acesso é realizado por meio da rodovia estadual PA-253 e depois por um ramal chamado Penha, onde se localiza a Vila do Retirinho. Segue-se por uma estrada de terra, que devido às fortes chuvas no período de janeiro a junho geralmente dificulta o tráfego de ônibus, somente picape ou mini van conseguem fazer o trajeto sem maiores dificuldades, contudo nos períodos mais secos e quentes a estrada não apresenta obstáculos (Figura 11A). No final do ramal chega-se a um bar na beira do Rio Guamá, neste espaço aberto já se pode observar uma grande formação rochosa inclinada (Figura 11B), ao seguir por uma trilha que se encontra todos os outros afloramentos de Vila Pedra constituído de uma série de “edifícios” rochosos, na forma de colunas separadas por pequenos vales e fendas que formam um verdadeiro labirinto (Figura 11C e D). Estes pequenos vales e fendas em geral apresentam a mesma orientação de duas famílias de juntas que ocorrem no local, com direções NE-SW e NW-SE, ortogonais entre si e que se cortam mutuamente (Martins 2016), indicam a possível origem tectônica para as feições observadas no campo, seguido de intemperismo e erosão nestas zonas de fraqueza.

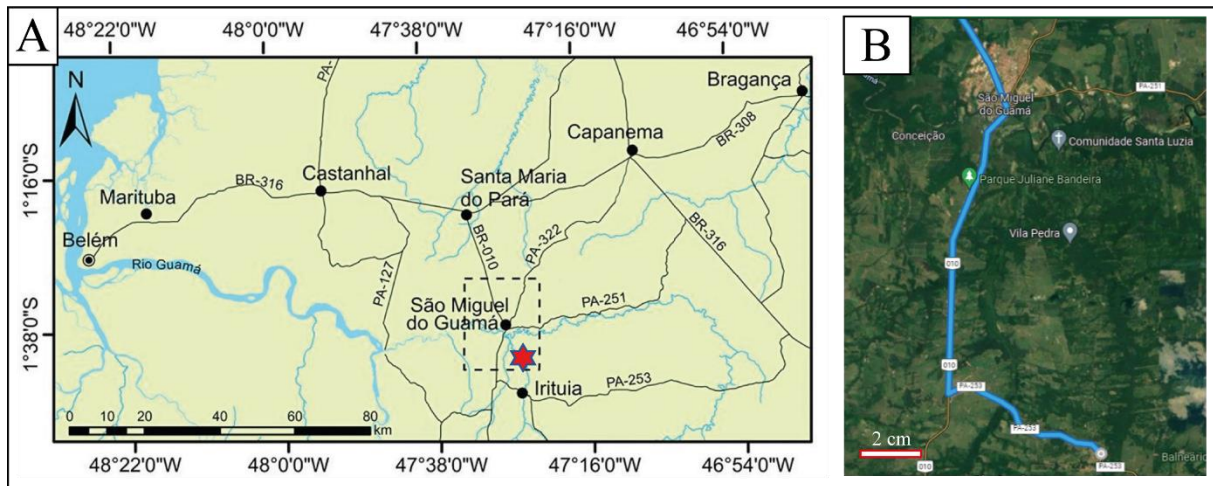


Figura 10: (A) Mapa de localização e acesso ao afloramento da Vila Pedra em Irituia, modificado de Martins (2019). (B) Localização do ramal da Penha que dá acesso aos afloramentos de Vila Pedra (Fonte: Google Maps).

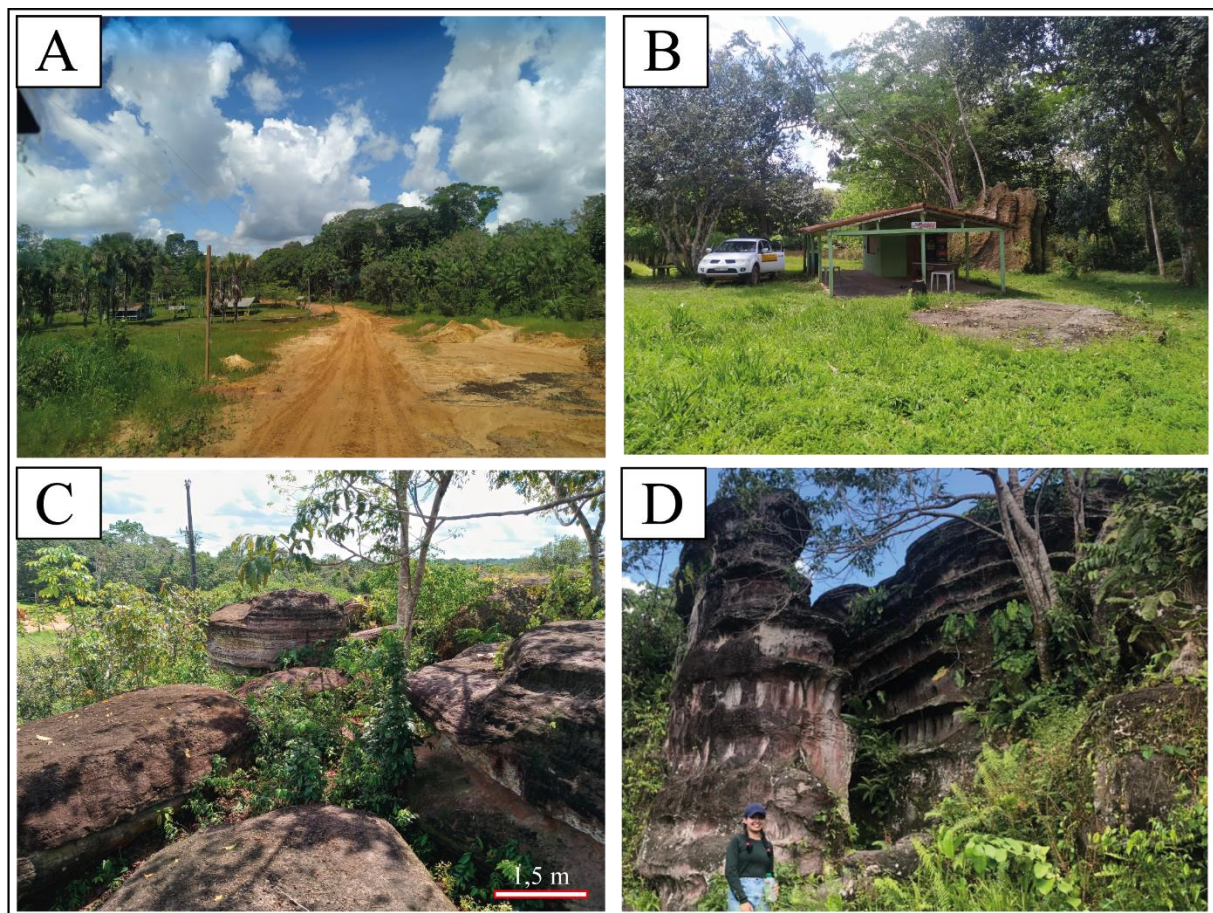


Figura 11: (A) O caminho de terra percorrido para chegar a Vila Pedra, cerca de 10km. (B) Chegando no final da estrada encontra-se um pequeno bar, igarapé, e os afloramentos. (C) e (D) Disposição das formações rochosas de Vila Pedra, onde colunas de arenito formam “edifícios” separados por pequenos vales e fendas que formam um labirinto.

Em Vila Pedra, são observáveis formações rochosas tabulares de enorme beleza geomorfológica com aproximadamente 20 metros de altura e dezenas de metros de continuidade lateral, trata-se de um quartzo-arenito fino e médio de cor esbranquiçada, com camadas maciças bioturbadas que se intercalam de forma cíclica com camadas de arenito com laminações onduladas e planares. As bioturbações nos arenitos maciços são caracterizadas por tubos verticais, retilíneos com comprimento de até um 1 metro, classificados como *Skolithos linearis* (Figura 12A, B e C), (Martins *et al.* 2017). As intercalações cíclicas de arenitos estratificados e arenitos bioturbados são nítidos devido o modelamento das rochas em perfis positivos e negativos, respectivamente, (Figura 12D).

Outras feições importantes nestes afloramentos são estruturas secundárias formadas pela dissolução de sílica, comumente chamadas de pseudocársticas (Figuras 13 e 14). As estruturas mais comuns são caracterizadas por conjuntos de cavidades circulares a hexagonais, centimétricas, semelhantes a caixas-de-ovo ou favos de mel (Figura 13A). A outra feição é caracterizada por formar cavidades métricas, de formatos variados e que pouco adentram nas rochas, dutos e cavidades tubulares que adentram mais profundamente na rocha são encontradas localmente, porém sempre na porção mais interna destas cavidades maiores. Nota-se, associada lateralmente a estes duto tubulares, feições colunares residuais da dissolução e erosão da rocha (Figura 13B).

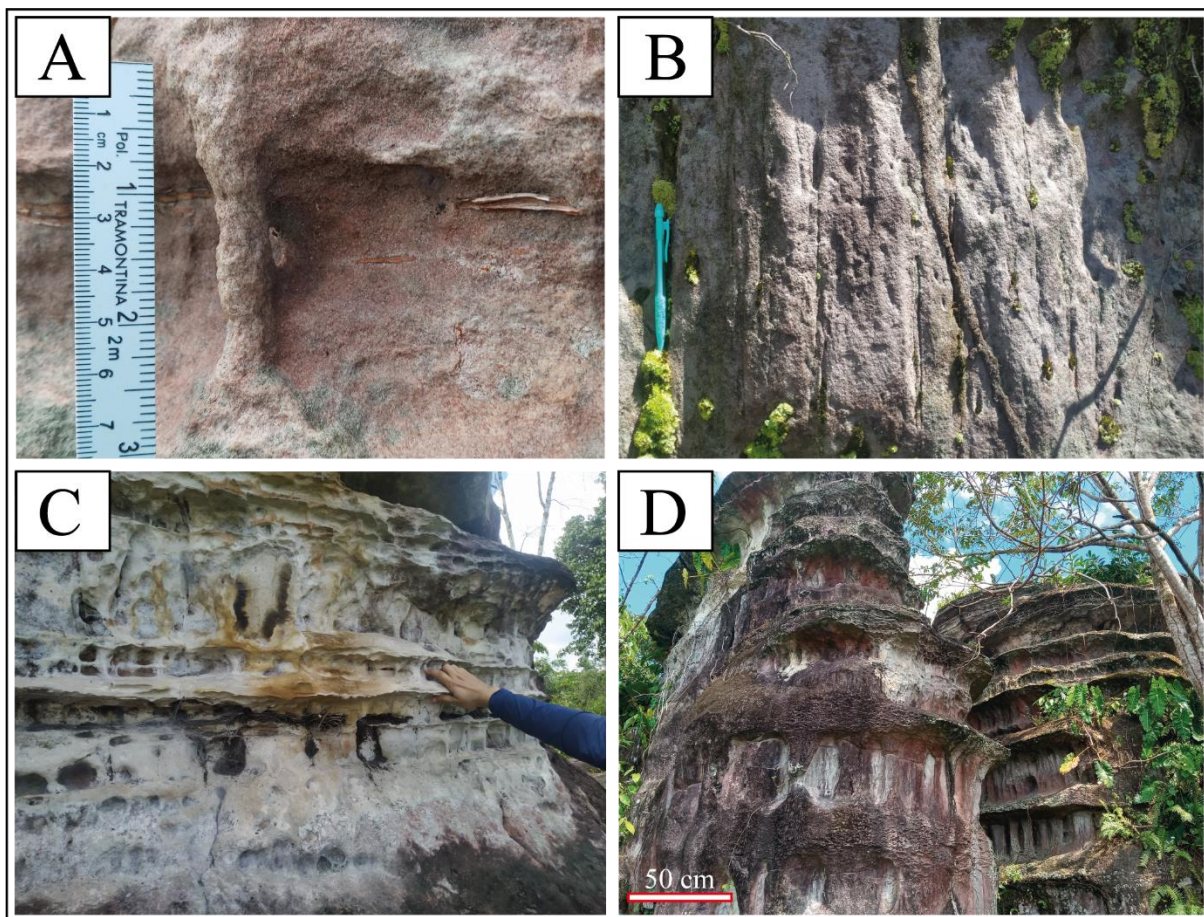


Figura 12: (A) e (B) Tubos verticais de *Skolithos linearis*; (C) Erosão e dissolução da sílica que remodela o arenito maciço bioturbado formando perfis negativos; as camadas que ressaltam são arenitos com laminação ondulada. (D) Dois “edifícios” formados por colunas de arenito do Guamá, separados por pequenos vales, onde é possível observar melhor os perfis negativos e positivos, formados pela intercalação cíclica entre os arenitos bioturbados e os arenitos estratificados.

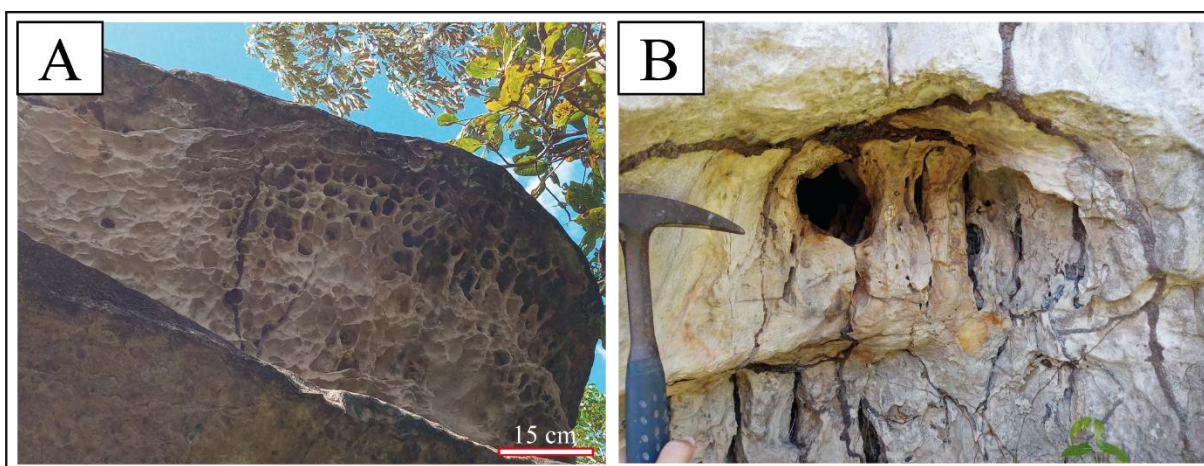


Figura 13: (A) Feição fôrma-de-ovo ou favo de mel, que são comuns nos arenitos da área de estudo, início da dissolução. (B) cavidade métrica, pouco profunda com a formação de um duto/tubular no fundo da cavidade maior, nota-se também a presença de estruturas colunares associadas.



Figura 14: Imagem mais ampla de como se comportam as feições de quebras de relevo (linha pontilhada) e dissoluções nas rochas aflorantes na seta de cima a feição fôrma-de-ovo/favo-de-mel e nas setas de baixo os cavidades e duto/tubos causados pela dissolução em estágio mais avançado.

5.2.2. Quantificação

A etapa de Quantificação é essencial na avaliação dos geossítios, pois é nesta etapa que são colocados em valores numéricos a etapa do Inventário e posteriormente multiplicados resultando em um valor final utilizado para classificação das localidades com potenciais para geossítios.

5.2.2.1. Valor Científico (VC)

Os critérios e indicadores de peso (de A até G) para Valor Científico da localidade de Vila Pedra estão apresentados na tabela a seguir e totalizaram o valor **270 pontos**:

Tabela 4: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação dos Valores Científicos (CV) dos geossítios, para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).

VALOR CIENTÍFICO (CV)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Representatividade (x30)	
O geossítio é o melhor exemplo na área estudada para ilustrar elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	4
B – Localidade (x20)	
O geossítio é utilizado pela ciência nacional, diretamente relacionado ao arcabouço geológico em consideração.	1
C – Conhecimento Científico (x5)	
Existem artigos nacionais sobre o geossítio, diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	2
D – Integridade (x15)	
O geossítio não está bem preservado, mas o principal elemento geológico ainda está conservado.	2
E – Diversidade Geológica (x5)	
Geossítio com três tipos de feições geológicas distintas com relevância científica.	2
F – Raridade (x15)	
O geossítio é a única ocorrência do tipo na área em estudo representando o arcabouço geológico.	4
G – Limitações de uso (x10)	
É possível fazer amostragem ou trabalhos de campo depois de transpostas as limitações.	2

A) Representatividade: Trata-se do melhor exemplo da área estudada para ilustrar elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico do Arenito do Guamá, aflorante em poucas localidades. A maioria dos afloramentos desta unidade na região de Irituia e proximidades compõem corredeiras em rios e igarapés, e nenhum tem a expressão geomorfológica observada em Vila Pedra. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 30.

B) Localidade: O geossítio em questão é utilizado pela ciência nacional, diretamente relacionado ao arcabouço geológico em consideração, uma vez que se encontram na localidade

a ocorrência de uma formação descontínua e pouco afluente, de uma unidade incomum para a região nordeste do Estado do Pará. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 20.

C) Conhecimento Científico: Existem artigos nacionais e internacionais sobre o geossítio, entre os trabalhos encontrados para a localidade destacam-se artigos científicos, resumos em eventos científicos, e trabalhos de conclusão de curso (Torres 1985; Truckenbrodt & Alves 1982; Oliveira & Truckenbrodt 2019, Martins *et al.* 2007; Martins *et al.* 2017), diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração, no caso o Arenito do Guamá. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 5.

D) Integridade: O geossítio no período de chuvas mais intenso (janeiro a junho) geralmente tem vegetação ocupando as fendas e pequenos vales entre as colunas de arenito, o que dificulta o acesso. As colunas de arenitos estão bem preservadas e estáveis apesar de alguns blocos apresentarem fissuras, as estruturas (sedimentares, paleontológicas e pseudocársticas) também estão bem preservadas. Assim, no critério integridade o geossítio não está bem preservado, devido a intensa vegetação, mas os principais elementos geológicos, geomorfológicos e paleontológicos ainda estão preservados. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 15.

E) Diversidade Geológica: Geossítio com três tipos de feições geológicas distintas com relevância científica, sendo estas: rochas sedimentares aflorantes, feições morfológicas de relevo, conteúdo icnofossilífero. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 5.

F) Raridade: O geossítio é a única ocorrência do tipo na área em estudo representando o arcabouço geológico, pois as outras ocorrências do Arenito do Guamá (na Cachoeira do Apolônio Miranda, no Rio Itaquiaçu e na cidade de São Miguel do Guamá) não apresentam essas formas complexas nem são tão expressivos em termos geomorfológicos. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 15.

G) Limitações de uso: É possível somente fazer trabalhos de campo nesta localidade, mas sem amostragem, pois destruir, danificar, invadir, desmatar, jogar lixo ou entulho no local é sujeito de multa e detenção pelas leis: Federal Nº 9.605/1998 e Municipal 351/2011. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 10.

5.2.2.2. Potencial Uso Educativo (UE) e Turístico (UT)

Os critérios e indicadores de peso (de A até J) para Potencial Uso Educativo e Turístico da localidade de Vila Pedra estão apresentados na tabela a seguir e totalizaram o valor **230**

pontos para o Potencial Uso Educativo e 205 pontos para Potencial Uso Turístico, onde estes correspondem:

Tabela 5: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Potencial Uso Educativo (UE) e Potencial Uso Turístico (UT) dos geossítios. Observar destaques em tabelas adicionais para os indicadores que são particularidades para Potencial Uso Educativo (Tabela 5.1) e Potencial Uso Turístico (Tabela 5.2), para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016) (continuação).

POTENCIAL USO EDUCATIVO (UE) E TURÍSTICO (UT)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Vulnerabilidade (UE e UT x10)	
Os elementos geológicos do geossítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica.	4
B – Acessibilidade (UE e UT x10)	
O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus.	1
C – Limitações de uso (UE e UT x5)	
O sítio não tem limitação de uso para estudantes e turistas.	4
D – Segurança (UE e UT x10)	
O sítio não apresenta facilidades, mas cobertura de celular e está localizado a menos de 50km de serviço de emergência.	2
E – Logística (UE e UT x5)	
Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 50km do sítio.	3
F – Densidade de População (UE e UT x5)	
Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km².	1
G – Associação com outros valores (UE e UT x5)	
Ocorrência de um valor ecológico ou um valor cultural e menos de 10km do sítio.	1
H – Cenário (EU x5; UT x15)	
O sítio é ocasionalmente utilizado como um destino turístico em campanhas locais.	1
I – Singularidade (UE x5; UT x10)	
O sítio apresenta feições comuns na região, mas incomuns em outras regiões do país.	2
J – Condições de observação (UE x10; UT x5)	
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos.	3

A) Vulnerabilidade: Os elementos geológicos do geossítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica, pois são afloramentos de tamanho e extensão significativos, em uma área que recebe poucas visitantes e de acesso relativamente difícil, principalmente nos meses mais chuvosos da região. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.

B) Acessibilidade: O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus. Aqui este parâmetro foi utilizado pois não há opção que descreva acesso indireto por rodovia, porém localizado a 10km de uma rodovia acessível para ônibus, que é o caso do Ramal da Penha que dá acesso a localidade de Vila Pedra após sair da PA-253. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.

C) Limitações de uso: O sítio não tem limitação de uso para estudantes e turistas, inclusive recebe estudantes da Universidade Federal do Pará (UFPA) dos cursos de geologia e geografia e do Instituto Federal do Pará (IFPA) em campanhas de campo. Apesar da vegetação, o acesso aos afloramentos não é difícil, e pode ser um acréscimo aos que praticam o turismo de aventura e de natureza. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.

D) Segurança: O sítio não apresenta facilidades, mas cobertura de celular de algumas operadoras em alguns pontos específicos e está localizado a menos de 50km (aproximadamente 11,7km) de serviço de emergência, que neste caso seria o Hospital Municipal de Irituia. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.

E) Logística: Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 50km do sítio, neste caso trata-se de alojamentos localizados em São Miguel do Guamá, cidade a 33km de Vila Pedra, com diversos hotéis e restaurantes disponíveis. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.

F) Densidade de População: Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km², a densidade demográfica é de 22,74 habitantes por km² no território do município, segundo dados do IBGE de 2010. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.

G) Associação com outros valores: Ocorrência de um valor ecológico ou um valor cultural e menos de 10km do sítio, neste caso destacam-se as ruínas de uma igreja histórica na cidade de Irituia chamada de Ruínas do Colégio das Freiras. Segundo o portal “minube” (<https://www.minube.com.br/sitio-preferido/ruinas-do-colegio-das-freiras-a3649665>), trata-se de um prédio histórico conhecido pelo povo irituiense como Colégio das Freiras, o histórico e belo prédio do Instituto Nossa Senhora da Piedade, que serviu para a formação de grandes nomes da cidade, hoje se encontra em ruínas, no entanto, não deixa de ser uma das mais importantes atrações turísticas, pela sua importância histórica, e sua imponente arquitetura. Na parte de trás, tem um bosque com árvores típicas da região, como a berajubeira, carnaúba, andirobeiro e muitas outras. São observadas também um pátio com seus bancos entre árvores e ruas arborizadas com batentes nas calçadas. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.

H) Cenário: O sítio é ocasionalmente utilizado como um destino turístico em campanhas locais, vinculadas a meios digitais como sites de turismo, como por exemplo uma campanha promovida pela SESMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente) chamada “Passeio a Vila Pedra: Ecoturismo e Valorização da Cultura Irituiense” encontrada no endereço

[\(https://www.facebook.com/PrefeituradeIrituiaPa/videos/passeio-a-vila-pedra/6070476349659626/\)](https://www.facebook.com/PrefeituradeIrituiaPa/videos/passeio-a-vila-pedra/6070476349659626/). Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5 duas vezes.

I) Singularidade: O sítio apresenta feições comuns na região, mas incomuns em outras regiões do país, este parâmetro foi escolhido por não constar a opção “O sítio apresenta feições incomuns na região, mas comuns em outras regiões do país” como é o caso de lugares como as cavernas em arenitos da região Presidente Figueiredo, no estado do Amazonas e os lençóis maranhenses. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 10 duas vezes.

J) Condições de Observação: Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos, como a densa vegetação que está se formando entorno das formações rochosas dificultando andar pelas trilhas. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 10 e 5.

Os critérios e indicadores de peso (de K e L) de exclusividade para Potencial Uso Educativo da localidade de Vila Pedra estão apresentados na tabela a seguir, onde estes correspondem:

Tabela 5.1: Complemento da Tabela 5, exclusivo para Potencial Uso Educativo (UE), para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).

POTENCIAL USO EDUCATIVO (UE)	
Crítérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
K – Potencial uso didático (x20)	
O sítio apresenta elementos geológicos que são utilizados no ensino médio.	2
L – Diversidade Geológica (x10)	
Três tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio.	3

K) Potencial uso didático: O sítio apresenta elementos geológicos que podem ser utilizados no ensino médio, graduação e pós-graduação, desde que com devida orientação, não sendo indicado o uso para educação infantil por se tratar de um lugar com exposições elevadas de rochas e a vegetação que podem causar acidentes para as crianças. Neste caso o parâmetro 2 será multiplicado pelo peso 20.

L) Diversidade Geológica: Três tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio, são estes: rochas sedimentares aflorantes, feições morfológicas de relevo, conteúdo icnofossilífero. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 10.

Os critérios e indicadores de peso (de K, L e M) de exclusividade para Potencial Uso Turístico da localidade de Vila Pedra estão apresentados na tabela a seguir, onde estes correspondem:

Tabela 5.2: Complemento da Tabela 5, exclusivo para Potencial Uso Turístico (UT), para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).

POTENCIAL USO TURÍSTICO (UT)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
K – Potencial interpretativo (x10)	
O público precisa ter algum conhecimento prévio da geologia para compreender os elementos geológicos do sítio.	3
L – Nível econômico (x5)	
O sítio está localizado em município com renda familiar abaixo que a média nacional.	1
M – Proximidades recreativas (x5)	
O sítio está localizado a menos de 20km de áreas recreativas ou de atrações turísticas.	1

K) Potencial interpretativo: O público precisa ter algum conhecimento prévio da geologia para compreender os elementos geológicos do sítio, pois não há placas explicativas no local. Neste caso o parâmetro 3 será multiplicado pelo peso 10.

L) Nível econômico: O sítio está localizado em município com renda familiar abaixo que a média nacional, em relação ao município de Irituia, considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário-mínimo por pessoa, tinha 53% da população nessas condições. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5.

M) Proximidades recreativas: O sítio está localizado a menos de 20km de áreas recreativas ou de atrações turísticas, considerando assim a diversidade de balneários, praças e prédios históricos existentes na cidade de São Miguel do Guamá. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 5.

A partir dos levantamentos de Valor Científico (VC), Potencial Uso Educativo (UE) e Turístico (UT) foi possível classificar o geossítio em questão através do simulador do aplicativo GEOSSIT (<https://www.cprm.gov.br/geossit/geossitios/simulador>) como sendo de Relevância Nacional.

5.2.2.3.Risco de Degradação (RD)

Os critérios e indicadores de peso (de A até E) para Risco de Degradação da localidade de Vila Pedra estão apresentados na tabela a seguir e totalizaram o valor **160 pontos** indicando risco de degradação nível **baixo**, onde estes correspondem:

Tabela 6: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Risco de Degradação (RD) dos geossítios, para localidade de Vila Pedra. Modificado de Brilha (2016).

RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Deterioração dos elementos geológicos (x35)	
Pequena possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários.	1

B – Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação (x20)	
Sítio localizado a menos de 1km de áreas/atividades com potencial para causar degradação.	1
C – Proteção Legal (x20)	
O sítio está localizado e uma área sem proteção legal e sem controle de acesso.	4
D – Acessibilidade (x15)	
O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus.	1
E – Densidade populacional (x10)	
Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km ² .	1

A) Deterioração dos elementos geológicos: Pequena possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários, pois trata-se de uma área de pouco acesso turístico e com expressivas formações rochosas, onde é possível por atividade antrópica somente a destruição parcial dos icnofósseis e das feições pseudocársticas, mas não da rocha completa. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 35, mas para a condição de Risco de Degradação.

B) Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação: Sítio localizado a menos de 1km de áreas/atividades com potencial para causar degradação, neste caso esse parâmetro foi usado pois não há opção que diga que o sítio está localizado pelo menos há 10km de áreas com potencial para causar degradação, sendo estas as atividades na cidade de Irituia. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 20, mas para a condição de Risco de Degradação.

C) Proteção Legal: O sítio está localizado e uma área sem proteção legal e sem controle de acesso, apesar de possuir uma placa de aviso que estipula que é proibido destruir, danificar, invadir, desmatar, jogar lixo ou entulho no local sendo sujeito a multa e detenção pelas leis: Federal Nº 9.605/1998 e Municipal 351/2011, a localidade não faz parte de uma Área de Proteção Legal. Neste caso o parâmetro 4 será multiplicado pelo peso 20. mas para a condição de Risco de Degradação.

D) Acessibilidade: O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus, sendo que nos períodos mais quentes e secos ônibus conseguem chegar até a Vila Pedra. Aqui este parâmetro foi utilizado pois não há opção que descreva acesso indireto por rodovia, porém localizado a 10km de uma rodovia acessível para ônibus, que é o caso do Ramal da Penha que dá acesso a localidade de Vila Pedra após sair da PA-253. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10, mas para a condição de Risco de Degradação.

E) Densidade populacional: Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km², a densidade demográfica é de 22,74 habitantes por km² no território do município, segundo dados do IBGE de 2010. Neste caso o parâmetro 1 será multiplicado pelo peso 10, mas para a condição de Risco de Degradação.

A partir deste levantamento foi possível identificar, através do simulador do aplicativo GEOSIT risco baixo para o critério Risco de Degradação (RD), indicando, portanto, necessidade de medidas de proteção mais efetivas para preservação do patrimônio local apresentado anteriormente

5.2.3. Classificação

A região de Vila Pedra não faz parte de nenhuma unidade de conservação, porém enquadra-se na classificação de unidades de conservação integrantes da Snuc na categoria Unidades de Uso sustentável: Monumento natural. Segundo o Art 7º do Capítulo III da lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, o objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei. Sendo assim, o Art 12 define que Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica; a visitação pública está sujeita às condições e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração e àquelas previstas em regulamento.

5.3. ANÁLISE PARA GEOCONSERVAÇÃO

As demais etapas para cumprir as estratégias de conservação proposta por Brilha (2005) consistem em Valoração, Divulgação e Monitoramento. A Valoração e Divulgação serão abordadas como estratégias para geoconservação neste capítulo, porém a etapa de Monitoramento, foge ao escopo deste trabalho.

A partir da necessidade de se proteger a geodiversidade da degradação e de perdas, surge o conceito de Geoconservação como os planos e ações voltados para conservar e proteger feições e processos geológicos para benefício das gerações futuras (Worton 2008). Os desafios para a proteção do patrimônio geológico dos geossítios podem ser aqui divididos em dois âmbitos: associados ao uso científico e didático e associados ao uso recreativo e cultural.

Quanto ao uso científico e didático estão diretamente ligadas pesquisas de campo, onde os alunos e professores fazem uso indiscriminado de martelos e marretas para coleta de fósseis e amostras durante as visitas de campo, destruindo assim o conteúdo *in situ* das localidades. Nas localidades estudadas há poucos sinais deste tipo de degradação, contudo na Praia de Fortalezinha ocorre a coleta de fósseis pela população local sem critério estabelecido, o que causa a perda de informações importantes como contexto estratigráfico no qual os fósseis estão inseridos, sendo necessário ações de conscientização e educação. Com relação a atuação de profissionais da área acadêmica, Mansur *et al.* (2017) chamam atenção para a demanda de um código de conduta para os trabalhos de campo no âmbito da geologia, estipulando medidas propostas com base na geoética e geoconservação, algumas destas referem-se aos cuidados para minimizar a degradação dos afloramentos, são estas, de modo resumido por Mansur (2018):

- i) Estudantes não devem ser estimulados a destruir os afloramentos durante os trabalhos de campo educacionais. A coleta deve ser mínima, se necessário, e os guias de campo devem alertar sobre as rochas que podem ou não ser marteladas. Deve-se ter em mente que as visitas frequentes com coleta aos afloramentos levam à sua destruição em médio e longo prazo.
- ii) A amostragem com retirada de testemunhos pode causar muitos danos aos afloramentos. Quando necessária, deve ser feita em locais menos visíveis do afloramento e em pequenas quantidades.
- iii) A lista de sítios registrados e aprovados pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Sigep) deve ser consultada antes de iniciar os trabalhos de campo, visando a sua completa preservação.

- iv) Os afloramentos não devem ser escalados, excerto se for essencial para o trabalho, especialmente se a área já estiver sofrendo processos erosivos.
- v) Os afloramentos não devem ser marcados permanentemente com tinta, porque isso pode ser considerado “pichação geológica”. O uso de marcadores temporários removíveis (metálico e com fitas coloridas) pode ser um bom método substituto.
- vi) Se amostras forem coletadas, deve-se garantir que esses exemplares são essenciais para a pesquisa ou coleção, cuidando-se, na coleta, na preparação e no transporte, para não se perder ou perder informações relevantes.
- vii) Deve-se extrair do local de coleta todas as informações de modo a maximizar o valor científico das amostras. Deve-se treinar os estudantes para esse tipo de preocupação.

Quando ao uso recreativo e cultural deve-se levar em consideração que tais localidades (Praia de Fortalezinha e Vila Pedra) se encontram em áreas de interior/rural, portanto com uma parcela da comunidade local tendo acesso limitado a educação. Um dos alicerces para a geoconservação, além da proteção do Geossítio por medidas cabíveis por Unidades de Conservação, é a conhecimento da comunidade local e turistas acerca da importância do Geossítio, que pode ser alcançado através do Geoturismo.

O Geoturismo é uma forma de turismo que utiliza como principal atrativo a geologia de uma região, desta forma deve ser orientada diretamente do âmbito acadêmico através dos projetos de extensão em parceria com as comunidades e prefeituras locais. Segundo Mansur (2018) o Geoturismo age como importante indutor econômico nos lugares, tem papel relevante no uso da geodiversidade, com valores especiais (sejam considerado patrimônios geológicos ou não), porque pode induzir ao desenvolvimento local pela visitação e ganhos com hospedagem, gastronomia, compras de artesanato e outros produtos, porém com a garantia de preservação desse bem. Nesse ponto, vale chamar atenção para os casos de turismo denominado predatório, em que a degradação por uso inadequado pode levar até a perda do bem ou ao desinteresse para futura visitação, como pode ocorrer na Praia de Fortalezinha, onde os elementos fósseis são facilmente coletados e o acesso a este local ocorre livremente, sem fiscalização, monitoramento ou mesmo um preparo da população local para preservação deste bem natural.

As estratégias para se desenvolver o Geoturismo das regiões estudadas inicia-se no âmbito das faculdades, uma vez que estas são portadoras do conhecimento geológico, e deve ser repassado a comunidade local, de modo didático, por meio de contato direto ou recursos ilustrativos, em vez de simplesmente comunicar informações factuais. Faz-se necessário

também vincular o conhecimento técnico-científico, utilizando de linguagem simplificada, com o resgate dos saberes ancestrais (Patrimônio Imaterial), que pode fortalecer o desenvolvimento de microeconomias comunitárias mediante capacitação da população local. Para alcançar esse objetivo, este contato pode ser feito através de painéis interpretativos (banners), folhetos (Figura 15), guias impressos, atividades recreativas, visitas guiadas pelas localidades e oficinas.



Figura 15: Exemplo de um folheto explicativo com linguagem clara e acessível a todas idades que elaborado para visitação na comunidade de Fortalezinha (Ver em maior resolução em Anexo 2).

A exemplo disso temos a visitação do Projeto Educafóssil a Vila de Fortalezinha em fevereiro de 2021 (Figura 17), onde foram utilizados de todos esses recursos visuais e de atividades recreativas como réplica de fósseis em gesso, para explicar a comunidade local a importância do conteúdo fossilífero encontrado na região, com o objetivo de informá-los o que é um fóssil, como ocorre a fossilização, qual a importância dos fósseis, porque são encontrados naquela localidade, porque não se deve destruí-los ou comercializar aos visitantes. Além de ensinar uma alternativa sustentável e segura de comercializar as réplicas de fósseis para fomentar o comércio turístico na região.

O mesmo deve ser feito para a comunidade da Vila do Retirinho, presente ao redor da localidade de Vila Pedra, porém com enfoque no turismo de natureza (ou ecoturismo), no qual o visitante seria atraído ao local devido as peculiares formações rochosas que formam “edifícios” de arenitos com aproximadamente 20 metros de altura e pequenos vales e fendas que podem proporcionar ao visitante recreação e aventura combinando à educação ambiental.

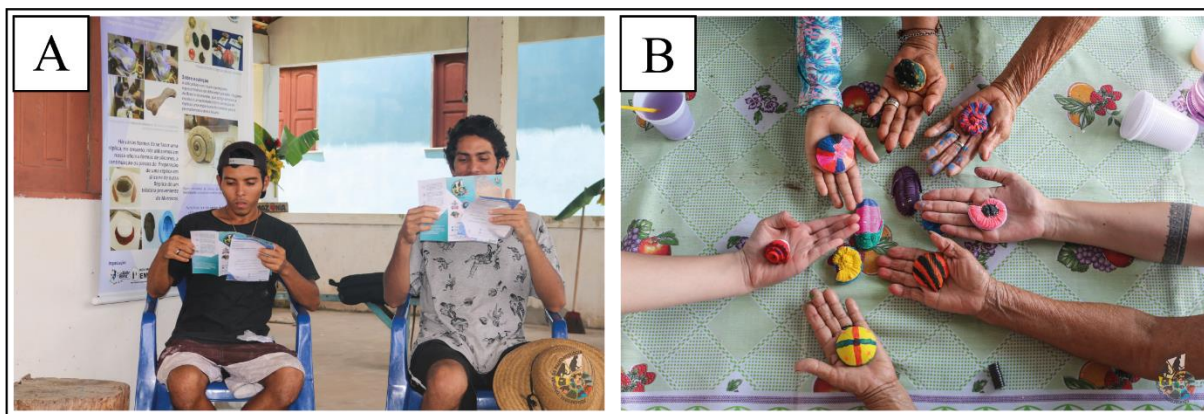


Figura 16: (A) Utilização de recursos ilustrativos como banners e folhetos impressos para aproximar a comunidade local do conhecimento geológico e fóssilífero da região. (B) Interação com a comunidade na oficina de réplicas de fósseis de gesso.

Além de tais medidas, projetos futuros poderão incluir em seus objetivos a elaboração de painéis interpretativos nestas localidades (Vila de Fortalezinha e Vila Pedra), com intuito de explicar aos visitantes informações de modo didático acerca da geologia do local, como ocorre por exemplo na trilha do Morro da Urca, na cidade do Rio de Janeiro, onde ao caminhar pelo local o visitante se depara com diversos painéis explicativos acerca dos caminhos, riscos, biologia e geologia da área (Figura 18). Tal medida pode ser incentivada pelas universidades, instituições públicas e privadas a partir de projetos de extensões, como é o caso do projeto Caminhos Geológicos, coordenado pelo Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro – DRM/RJ, que possui como objetivo a elaboração desses painéis explicativos resumindo de modo didático a geologia do local pelo território do Geoparque Costões e Lagunas, sendo assim acessível para a comunidade local e turistas da área sem que precisem do prévio conhecimento de geologia para entender os processos que moldaram aquele relevo. Contudo, este material que fica exposto as intemperes necessita de manutenção ou as informações são perdidas, como ocorre por exemplo, no Parque de Sete Cidades, no estado de Piauí (Figura 18).



Figura 17: Paineil ilustrativo encontrado na Trilha da Urca na cidade do Rio de Janeiro falando um pouco da geologia do local de maneira didática para entendimento dos turistas. Fonte: aventritur.com.br



Figura 18: Exemplo de placa informativa do Parque de Sete Cidades que apresenta desgaste devido a exposição as intemperes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Pará apesar de apresentar um rico patrimônio material natural como praias, rios, cachoeiras e corredeiras, além de um diversificado e incomum patrimônio paleontológico carece de estudos voltados a atividades de geodiversidade e geoconservação. Regiões praianas como a Ilha de Maiandeuá, onde se localiza a Praia de Fortalezinha, e regiões com formações rochosas peculiares como Vila Pedra em Irituia, são praticamente desconhecidas da população em geral, inclusive a local, no que tange a sua importância para a história geológica da região. Estes locais estão sujeitos a degradação de seus elementos geológicos e paleontológicos devido à ausência de práticas que levam a geoconservação. Este trabalho inicia uma análise técnico-científica destes locais com intuito de discutir a possibilidade de serem elevados a categoria de geossítios. Destes dois, a praia de Fortalezinha é a única que teve um estudo inicial neste sentido.

Estes locais foram avaliados conforme os critérios já estabelecidos na literatura especializada que especifica as etapas para alcançar a geoconservação em Inventário, Quantificação, Classificação, Conservação, Valoração, Divulgação e Monitoramento. Segundo estas etapas a Praia de Fortalezinha e Vila Pedra são consideradas geossítios de Relevância Nacional, com Risco de Degradação médio (ou moderado) para a Praia de Fortalezinha e baixo para Vila Pedra.

A Praia de Fortalezinha está incluída a categoria de “Área de Proteção Ambiental”, classificada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) como uma unidade de conservação (UC) pertencente ao grupo Unidades de Uso Sustentável. Ademais, há necessidade de enquadramento da localidade de Vila Pedra como uma Unidade de Conservação (assim como a Ilha de Maiandeuá) afim de proteção integral adequada por enquadramento na Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, é necessário pôr em prática tais medidas de Geoturismo para valorização e divulgação desses lugares com enormes potenciais geológico, porém com pouca geoconservação.

REFERÊNCIAS

- Afonso J.W.L., Nina A.S., Vieira D.S.C., Santos P.H.C., Branco R.A.C.O., Carvalho T.A., Lopes E.C.S. 2013. Potencial Geoturístico da Ilha de Fortaleza. In: 13° Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, *Anais*, resumo digital.
- Aguilera O. A. & Paes E. 2012. The Pirabas Formation (Early Miocene from Brazil) and the Tropical Western Central Atlantic Subprovince. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 7:29-45.
- Aguilera O. A., Bencomo K., Araújo O., Dias B., Coletti G., Lima D., Caminha S., Martins M., Jaramillo C., Kutter V., Lopes R. 2020. Miocene heterozoan carbonate systems from the western Atlantic equatorial margin in South America: The Pirabas formation. *Sedimentary Geology*, 407:105739.
- Aguilera O. A., Schwarzhans, W., Moraes-Santos, H. and Nepomuceno, A. 2014. Before the flood: Miocene otoliths from eastern Amazon Pirabas Formation reveal a Caribbean-type fish fauna. *Journal of South American Earth Sciences*, 56:422-446.
- Amaral R.P., Santos P.H.C., Carvalho T.A. 2014. Geodiversidade da Ilha de Fortaleza (São João de Pirabas-PA). In: 47° Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador-BA, *Anais*, resumo digital.
- Amorim K.B. 2016. *Paleoambiente, paleogeografia e isótopos de carbono e oxigênio de depósitos carbonáticos miocenos da Plataforma Bragantina, NE do estado do Pará, Brasil*. PhD Thesis, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, xxii, 130 p.
- Arai M. 1997. Dinoflagelados (Dinophyceae) miocênicos do Grupo Barreiras do nordeste do Estado do Pará (Brasil). *Revista Universidade de Guarulhos*, 2: 98-106.
- Arai M., Uesugi N., Rosseti D. F., Góes A. M. 1988. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará. In: 35° Congresso Brasileiro de Geologia. Belém, *Anais...*, p. 738-752. v. 2.
- Azevedo R.P. 1991. *Tectonic Evolution of Brazilian equatorial continental margin basin*. PhD Thesis, University London, London, 580 p.
- Bertrand G. 1978. Le paysage entre la nature et la société. *Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49:16-26.
- Brilha J. 2005. *Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*. Viseu, Palimage Editores, 190 p.
- Brilha J. 2016. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity site: a review. *Geoheritage*, 8:119-134.
- Caputo M.V. & Lima E.C. 1984. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande-Bacia do Parnaíba. In: 33° Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro. *Anais...*, v. 2, p. 740-753.

Carvajal D. J. & González A. 2003. La contribución del patrimônio geológico y minero al desarrollo sostenible. In: Villas-Boas R. C., Martínez, A. G., Albuquerque G. A. S. C. (ed.). *Patrimônio Geológico y minero en el contexto del Cierre de Minas*. Rio de Janeiro, CNPq/CYTED, p. 27-49.

Carvalho I.S. 2018. Fósseis: importância econômica e social do patrimônio paleontológico. In: Guerra A.J.T. & Jorge M.C.O. (org.). *Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. São Paulo, Oficina de Textos, p. 163-199.

Castro A.R.S.F., Mansur K.L., Carvalho I. S. 2015. Diagnóstico da relação da comunidade com o patrimônio geológico por meio de instrumentos de coleta de dados. *Terræ Didactica*, **11**(3):162-172.

Costa J.B.S., Bemerguy R.L., Hasui Y., Borges M.S., Ferreira JR. C.R.P., Bezerra P.E.L., Costa M.L., Fernandes J.M.G. 1996. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. *Geonomos*, **4**(2): 31-34.

Costa J.B.S., Hasui Y., Bemerguy R.L., Villegas J.M.C. 2002. Tectonics and paleogeography of the Marajó Basin, northern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **74**(3):519–531

Costa S. A. M., Toledo P. M., Moraes-Santos. 2004. Paleoinvertebrados. In: Rossetti D.F. & Góes A.M. *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Belém, p 135-166. Coleção Friedrich Katzer-Museu Paraense Emílio Goeldi.

Costa N. M. C. & Oliveira F. L. 2018. Trilhas: “caminhos” para o geoturismo, a geodiversidade e a geoconservação. In: Guerra A.J.T. & Jorge M.C.O. (org.). *Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. São Paulo, Oficina de Textos, p. 201-227.

Fernandes J. M. G. 1984. Paleoecologia da Formação Pirabas, Estado do Pará. In: 33º Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro, *Anais...*, Rio de Janeiro, p. 84-88, v. 1.

Fernandes M.J.G. & Távora V.A. 1990. Estudos dos Foraminíferos da Formação Pirabas Procedentes do Furo Cb-Ufpa-P1 (85), Município de Capanema, Estado do Pará. In: 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, *Anais...*, v. 1, p. 470-475.

Ferreira C. S. 1966. Características lito-paleontológicas na Formação Pirabas, estado do Pará. In: 6º Conferência Geológica das Guianas. Belém, *Anais...*, v. 6, p. 101-111.

Ferreira C. S. 1977. Fácies da Formação Pirabas (Mioceno Inferior): Novos conceitos e ampliações. (Projeto específicos ABC. FINEP). *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **49**(2): 353.

Ferreira C. S. 1982. Notas estratigráficas sobre o Cenozóico marinho do Estado do Pará. In: 1º Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, *Anais...*, Belém, v. 1, p. 84-88.

Ferreira C. S., Vicalvi M. A., Macedo A. C. M. 1984. Os limites meridionais da Bacia de Pirabas. In: 33º Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro, *Anais...*, v. 1, p. 326-329.

Ferreira Penna D. S. 1876. Breve notícia sobre os sambaquis do Pará. *Archivos do Museu Nacional*, **1**: 85-89.

Figueiredo J.J.P., Zalán P.V., Soares E.F. 2007. Bacia da Foz do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2): 299-309.

Fósseis são patrimônio cultural ameaçado no Brasil . 2022. **Revista Consultor Jurídico**, 30 mar. 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-mar-30/ambiente-juridico-fosseis-sao-patrimonio-cultural-ameacado-brasil>. Acesso em: 22 abr. 2022

García-Cortés A. & Urquí L.C. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG)*. Version de 18-07-2013. Instituto Geológico y Minero de España.

Góes A. M., Rossetti D. F., Nogueira A. C. R., Toledo P. M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra)*, **2**: p. 3-15.

Gray M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Chichester, Wiley-Blackwell, 434 p.

Gray M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2. ed. Chichester, John Wiley & Sons, p. 453.

Hasui Y. 1990. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: 1º Workshop Sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro. Belo Horizonte, *Boletim*, p. 1-31, n. 11.

Hose T. A. 2000. European “geotourism” – geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. In: Baretino D., Wimbledon W.A.P., Gallego E. (eds.). *Geological heritage: its conservation and management*. Madri, Instituto Tecnológico Geominero de España, p. 127-146.

Leite F.P.R. 2004. Palinologia. In: Rossetti D.F. & Góes A.M. (eds.). *O Mioceno na Amazônia Oriental*. Belém, Edit Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 55-90.

Leite F. P. R., Oliveira M. E. B., Arai M., Truckenbrodt W. 1997b. Palinoestratigrafia da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, Mioceno do nordeste do estado do Pará, Brasil. *Revista da Universidade de Guarulhos (Geociências)*, **2**: 141-147, Número especial.

Leite F. P. R. , Oliveira M. E. B., Oliveira P. E., Silvestre-Capelato M. S., Arai M., Truckenbrodt W. 1997a. Palinofloras miocenas da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, na Região Bragantina, Estado do Pará, Brasil. *Revista da Universidade de Guarulhos (Geociências)*, **2**:128-140, Número especial.

Mansur K.L. 2018. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. In: Guerra A.J.T. & Jorge M.C.O. (Org.). *Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. São Paulo, Oficina de Textos, p. 1-49.

Marcondes L. C. 1991. Aspectos Geológicos dos Lateritos da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, **21**:146-160.

Martins P.S., Truckenbrodt W., Moura C.A.V. 2007. Proveniência do arenito Guamá (Siluriano Inferior) com base em petrografia e datação de grãos de zircão por evaporação de Pb. In: Rosa-Costa L.T., Klein E.L., Viglio E.P. (ed.). *Contribuições à geologia da Amazônia*. Belém, SBG, v. 5, p. 39-48.

Martins P.S., Truckenbrodt W., Moura C.A.V. 2006. Proveniência do Arenito do Guamá (Siluriano Inferior) com base em petrografia e datação de grãos de zircão por evaporação de Pb. In: 9º Simpósio de Geologia da Amazônia. CD-ROM.

Martins T.C.M. 2016. *Fácies Depositionais e Geologia Estrutural do Arenito Guamá nas Regiões de Irituia e São Miguel do Guamá, Estado do Pará*. Trabalho de Conclusão de curso, Universidade Federal do Pará, Belém.

Martins T.C.M. 2019. *Paleoambiente e Icnofósseis do Arenito Guamá (Siluriano), Regiões de São Miguel do Guamá e Irituia, Estado do Pará*. MS Dissertation, Universidade Federal do Pará, Belém, 57p.

Martins T.C.M., Soares J.L., Bezerra Júnior A.C.B. 2017. Traços fósseis e fácies sedimentares do Arenito Guamá, nas regiões de Irituia e São Miguel do Guamá, Estado do Pará. In: 15º Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, *Resumo expandido*, p. 396-399.

Maury C. 1. 1925. Fósseis terciários do Brasil. Serviço de Geologia e Mineralogia do Brasil, com descrições de novas formas cretáceas. *Mon. Div. Geol. Min. Rio de Janeiro*, **4**: 1-35.

Moizinho G. R. 2021. *Assinatura isotópica da Formação Barreiras na borda leste da Bacia do Marajó e Plataforma Bragantina: fontes e implicações para a paleogeografia da Amazônia Oriental no Mioceno*. Brasília, p. 42.

Moreira J.C. & Vale T. F. 2018. Geoparks: Educação, conservação e sustentabilidade. In: Guerra A.J.T. & Jorge M.C.O. (org.). *Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. São Paulo, Oficina de Textos, p. 81-110.

Nascimento M. A. L., Ruckkys U. A., Mantesso-Neto V. 2008. *Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a preservação do patrimônio geológico*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia.

Netto R. G. & Rosseti D. F. 2003. Ichnology and salinity fluctuations: a case study in the Early Miocene (Lower Barreiras Succession) of São Luís Basin, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **6**: p. 5-18.

Nogueira A. A. E. 2015. *Taxonomia, Paleoecologia e Bioestratigrafia (ostracoda) do Oligo-Mioceno da Formação Pirabas (Estado do Pará, Brasil)*. PhD Thesis, Belém, 362p.

Nogueira A. A. E. & Feijó M. I. 2016. The genus *Perissocytheridea* Stephenson, 1938 (Crustacea: Ostracoda) and evidence of brackish water facies along the Oligo-Miocene, Pirabas Formation, Eastern Amazonia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **65**:101-121.

- Nogueira A.E, Ramos M.I.F., Puckett T.M. 2011. The genera Haplocytheridea Stephenson, 1936 and Cytheridea Bosquet, 1852 (Subphylum Crustacea, Class Ostracoda) from the Early Miocene Pirabas Formation, Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, **54**:215-235.
- Oliveira C. N., Imbernón, R. A. L., Gonçalves, P. W., Brilha J. B. R. 2014. Contribuições para o desenvolvimento da educação ambiental em Unidades de Geoconservação no Brasil a partir de programas educativos do Geoparque Naturejo (Portugal). *Terrae*, **11**: 3-14.
- Oliveira R. S. & Truckenbrodt W. 2019. Provenance and diagenesis of Guamá Sandstone, northeastern Pará, Brazil: A Silurian link between the Amazonas and Parnaíba basins. *Journal of South American Earth Sciences*, **90**: 265–281.
- Pereira R. F., Brilha J., Martínez J. E. 2008. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. *Memórias e Notícias*, **3**: 491-494.
- Petri S. 1954. Foraminíferos fósseis da Bacia do Marajó. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (Geologia)*, **134**: 1-172.
- Petri S. 1957. Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas. *Bol. Fac. Ciênc. Let.*, Univ. São Paulo, **216**(16): 1-78.
- Rossetti D. F. 2006.a Evolução sedimentar miocênica nos Estados do Pará e Maranhão. *Geologia USP. Série Científica*, **6** (2): 7-18.
- Rossetti D. F. 2000. Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luís Basin, northern Brazil. *Sedimentary Geology*, **133**(3-4): 295-324.
- Rossetti D. F. 2001. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**(1): 77-89.
- Rossetti D.F. 2006b. The role of tectonics on the preservation of estuarine valleys in areas with low accommodation rates: examples from Upper Cretaceous and Miocene successions in Northern Brazil. In: Dalrymple R.W., Leckie D.A., Tillman R.W. (eds.). *Incised valley in time and space*, p. 199–218. SEPM Special Publication, 85.
- Rossetti D. F. & Góes A. M. 2004. O Neógeno da Amazônia Oriental. Belém, Coleção Friedrich Katzer, Museu Paraense Emílio Goeldi, 225p.
- Rossetti D. F. & Santos JR. A. E. A. 2004. Facies architecture in a tectonically-influenced estuarine incised valley fill of Miocene age, Northern Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, **17**(4): 267-284.
- Rossetti D.F. & Valeriano M.M. 2007. Evolution of the lowest Amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. *Catena*, **70**:253-265.
- Rossetti D.F., Bezerra F.H.R., Dominguez J.M.L. 2013. Late Oligocene-Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. *Earth-Science Reviews*, **123**: 87-112.
- Sá J. H. S. 1969. Contribuições à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região

bragantina. *Boletim do Instituto de Geologia*, **3**: 21-36.

Santos P.H., Távora V.A., Amaral R., Carvalho T. 2017. Ilha de Fortaleza: Cultura e religião sobre os calcários da Formação Pirabas. *BOMGEAM*, **4**(3): 1-3.

Silva C. R. et al. (org.). 2008. *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro, CPRM, p. 11-20.

Silva M. L. N. 2016. *Geodiversidade da cidade do Natal: valores, classificações e ameaças*. 2016. 170 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Silva M. L. N. & Nascimento M. A. L. 2016. Os valores da geodiversidade de acordo com os serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray aplicados a estudos in situ na cidade de Natal (RN). *Caderno de Geografia*, **26**(2) (especial). ISSN 2318-2962.

Soares E.A.A., Truckenbrodt W., Nogueira A.C.R. 2005. Fácies litorâneas e subglaciais da Formação Nhamundá (siluriano inferior), região de Presidente Figueiredo, Bacia do Amazonas. *Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi, Ser. Ciências Naturais*, **2**: 105-132.

Soares Júnior A.V., Costa J.B.S., Hasui Y. 2008. Evolução da margem atlântica equatorial do Brasil: três fases distensivas. *Geociências-UNESP*, **27**(4):427-437.

Stanley M. 2000. Geodiversity. *Earth Heritage*, Londres, **14**: 15-18.

Tatumi S. H., Silva L. P. Pires E. L., Rosseti D. F., Goés A. M., Munita C. S. 2008. Datação de Sedimentos Pós-Barreiras no Norte do Brasil: implicações paleogeográficas. *Revista Brasileira de Geociências*, **38**(3): 514-524.

Távora V.A. & Fernandes J.M. 1999. Estudio de los foraminíferos de la Formación Pirabas (Mioceno Inferior), Estado de Pará, Brasil, y su correlación con faunas del Caribe. *Revista Geológica de America Central*, **22**: 63-74.

Távora V. A. & Reis S. B. 2015. Paleoinvertebrados e Paleoambientes da Formação Pirabas (Mioceno inferior) em Aricuru, Município de Maracanã, Estado do Pará, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, **38** (1): 31-39.

Távora V. A. & Silva JR. O. G. 2001. Icnofósseis da Formação Pirabas (Eomioceno) na baía de Inajá-Estado do Pará. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **2**: 163.

Távora V. A., Fernandes A.C.S., Ferreira C.S. 2002. Ilha de Fortaleza, PA – Expressivo registro de fósseis do Cenozoico marinho do Brasil. In: Schobbenhaus C., Campos D.A., Queiroz E.T., Winge M., Berbert-Born M.L.C. (eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), p. 139-144.

Távora V. A., Imbeloni E. F. F., Cacula A. S. M., Baia N. M. 2004. Paleoinvertebrados. In: Rossetti F. R. & Góes A. M. (eds.). *O Neógeno Da Amazônia Oriental*. MPEG. 111-131p.

Távora V. A., Santos A. A., Araújo R. N. 2010. Localidades fossilíferas da Formação Pirabas

(Mioceno Inferior). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **5**(2):207-224.

Távora V. A., Silveira E.S.F., Milhomem Neto, J.M. 2009. Mina B-17, Capanema, PA: Expressivo registro de uma paleolaguna do Cenozoico brasileiro. In: Winge M., Schobbenhaus C., Souza C.R.G., Fernandes A.C.S., Berbert-Born M., Queiroz E.T., Campos D.A. (eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, CPRM e Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 2, p. 363-370.

Toledo P. M. 1989. Sobre novos achados de sirênios (*Sirenotherium Pirabense*, Paula Couto, 1967) na Formação Pirabas (Pará, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **1**:5-10.

Torres A.M. 1985. *Caracterização paleoambiental e diagenética do Arenito do Guamá, Furo São Miguel do Guamá – PA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, p. 44p.

Tricart J. 1976. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, n. 34, p. 15-42.

Truckenbrodt W. & Alves R.J. 1982. Sobre a petrologia do arenito Guamá, região de São Miguel do Guamá, NE do estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Geologia*, Belém, **27**: 1-22.

Urquí L. C., Martínez J. L., Valsero J. J. D. (ed.). 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidade: investigación, Gestión y relación com los espacios naturales protegidos*. Madri, Instituto Geológico y Minero de España.

Viana M.S.S. & Carvalho I.S. 2019. *Patrimônio Paleontológico*. Ed. Interciência, 158p.

Voltani C.G., Silva K.B.V., Silva D.G., Baptista R.H.R.G., Lookin D.L.G., Fairchild T.R., Leme J.M. 2019. Explorando o potencial científico-social da coleção científica de fósseis do IGc/USP: preparação de material para pesquisa, exposição e uso didático. *Terrae Didactica*, **15**(1):1 -11.

Wonton G. J. A. 2008. A historical perspective on local communities and geological conservation. In: Burek C. V. & Prosser C. D. (ed.). *The history of geoconservation*. London, The Geological Society of London, p 137-146. (Special Publications, n. 300).

Zaitlin B. A., Dalrymple R. W., Boyd R., Leckie D. 1994. *The stratigraphic organization of Incised Valley Systems: implications to hydrocarbon exploration and production – with examples from the western Canada Sedimentary Basin*. Calgary, Canadian Society of Petroleum Geology, Calgary, 260 p.

Zalán P.V. & Matsuda N.S. 2007. Bacia do Marajó. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2): 311-319.

ANEXO 1

TABELA COMPLETA DO INVENTÁRIO ATUALIZADO POR BRILHA (2016).

Tabela 1: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação dos Valores Científicos (CV) dos geossítios.

VALOR CIENTÍFICO (CV)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Representatividade (x30)	
O geossítio é o melhor exemplo na área estudada para ilustrar elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	4
O geossítio é um bom exemplo na área estudada para ilustrar elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	2
O geossítio ilustra razoavelmente na área estudada elementos e processos relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	1
B – Localidade (x20)	
O geossítio é uma localidade-tipo reconhecida pela IUGS ou é um sítio de referência IMA.	4
O geossítio é utilizado pela ciência internacional, diretamente relacionado ao arcabouço geológico em consideração.	2
O geossítio é utilizado pela ciência nacional, diretamente relacionado ao arcabouço geológico em consideração.	1
C – Conhecimento Científico (x5)	
Existem artigos internacionais sobre o geossítio, diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	4
Existem artigos nacionais sobre o geossítio, diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	2
Existem resumos apresentados em eventos científicos internacionais sobre o geossítio diretamente relacionados ao arcabouço geológico em consideração.	1
D – Integridade (x15)	
O principal elemento geológico está muito bem conservado.	4
O geossítio não está bem preservado, mas o principal elemento geológico ainda está conservado.	2
O geossítio tem problemas de preservação, com os principais elementos geológicos alterados ou modificados.	1
E – Diversidade Geológica (x5)	
Geossítio com mais de três feições geológicas distintas com relevância científica.	4
Geossítio com três tipos de feições geológicas distintas com relevância científica.	2
Geossítio com dois tipos de feições geológicas distintas com relevância científica.	1
F – Raridade (x15)	
O geossítio é a única ocorrência do tipo na área em estudo representando o arcabouço geológico.	4
Na área em estudo já duas ou três ocorrências de geossítio similares representando o arcabouço geológico.	2
Na área em estudo já quatro ou cinco ocorrências de geossítio similares representando o arcabouço geológico.	1
G – Limitações de uso (x10)	
O geossítio não tem limitações (permissão legal, barreira física, etc.) para amostragem ou trabalhos de campo.	4
É possível fazer amostragem ou trabalhos de campo depois de transpostas as limitações.	2
Amostragem e trabalhos de campo são muito difíceis devido a dificuldade de transpor as limitações (permissão legal, barreira física, etc.)	1

Tabela 2: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Potencial Uso Educativo (UE) e Potencial Uso Turístico (UT) dos geossítios. Observar destaques em tabelas adicionais para os indicadores que são particularidades para Potencial Uso Educativo (Tabela 2.1) e Potencial Uso Turístico (Tabela 2.2) (continuação).

POTENCIAL USO EDUCATIVO (UE) E TURÍSTICO (UT)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Vulnerabilidade (UE e UT x10)	
Os elementos geológicos do geossítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica.	4
Existe a possibilidade de deterioração por atividade antrópica dos elementos geológicos secundários do geossítio.	3
Existe a possibilidade de deterioração por atividade antrópica dos principais elementos geológicos do geossítio.	2
Existe possibilidade de deterioração por atividade antrópica de todos os elementos geológicos do geossítio.	1
B – Acessibilidade (UE e UT x10)	
O sítio está localizado a menos de 100m de rodovia pavimentada e com estacionamento para ônibus.	4
O sítio está localizado a menos de 500m de rodovia pavimentada.	3
O sítio é acessível para ônibus, mas por rodovia não pavimentada.	2
O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus.	1
C – Limitações de uso (UE e UT x5)	
O sítio não tem limitação de uso para estudantes e turistas.	4
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas ocasionalmente.	3
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas somente depois de superar as limitações (permissão legal, enchentes, etc.).	2
A utilização por estudantes e turistas é muito difícil porque as limitações são difíceis de serem superadas (permissão legal, enchentes, etc.).	1
D – Segurança (UE e UT x10)	
O sítio apresenta facilidades (cercas, degraus, corrimão, etc.), cobertura de celular e está localizado a menos de 5km de serviço de emergência.	4
O sítio apresenta facilidades (cercas, degraus, corrimão, etc.), cobertura de celular e está localizado a menos de 25km de serviço de emergência.	3
O sítio não apresenta facilidades, mas cobertura de celular e está localizado a menos de 50km de serviço de emergência.	2
O sítio não apresenta facilidades, sem cobertura de celular e está localizado a mais de 50km de serviço de emergência.	1
E – Logística (UE e UT x5)	
Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 15km do sítio.	4
Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 50km do sítio.	3
Há alojamentos e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 100km do sítio.	2
Há alojamentos e restaurantes para grupos de até 25 pessoas a menos de 50km do sítio.	1
F – Densidade de População (UE e UT x5)	
Sítio localizado em município com mais de 1000 hab./km ² .	4
Sítio localizado em município com 250 a 1000 hab./km ² .	3
Sítio localizado em município com 100 a 250 hab./km ² .	2
Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km ² .	1
G – Associação com outros valores (UE e UT x5)	
Ocorrência de muitos valores ecológicos e culturais e menos de 5km do sítio.	4
Ocorrência de muitos valores ecológicos e culturais e menos de 10km do sítio.	3
Ocorrência de um valor ecológico e um valor cultural e menos de 10km do sítio.	2
Ocorrência de um valor ecológico ou um valor cultural e menos de 10km do sítio.	1
H – Cenário (EU x5; UT x15)	

O sítio é atualmente utilizado como um destino turístico em campanhas nacionais.	4
O sítio é ocasionalmente utilizado como um destino turístico em campanhas nacionais.	3
O sítio é atualmente utilizado como um destino turístico em campanhas locais.	2
O sítio é ocasionalmente utilizado como um destino turístico em campanhas locais.	1
I – Singularidade (UE x5; UT x10)	
O sítio apresenta feições únicas e incomuns, considerando o país e países vizinhos.	4
O sítio apresenta feições únicas e incomuns no país.	3
O sítio apresenta feições comuns na região, mas incomuns em outras regiões do país.	2
O sítio apresenta feições bastantes comuns em todo o país.	1
J – Condições de observação (UE x10; UT x5)	
Todos os elementos geológicos são observados em boas condições.	4
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos.	3
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos geológicos.	2
Existem alguns obstáculos que quase obstruem a observação dos principais elementos geológicos.	1

Tabela 2.1: Complemento da Tabela 2, exclusivo para Potencial Uso Educativo (UE).

POTENCIAL USO EDUCATIVO (UE)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
K – Potencial uso didático (x20)	
O sítio apresenta elementos geológicos que são utilizados em todos os níveis escolares.	4
O sítio apresenta elementos geológicos que são utilizados no ensino fundamental.	3
O sítio apresenta elementos geológicos que são utilizados no ensino médio.	2
O sítio apresenta elementos geológicos que são utilizados no ensino superior.	1
L – Diversidade Geológica (x10)	
Mais de três tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio (mineralógicos, paleontológicos, geomorfológicos, etc.)	4
Três tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio.	3
Dois tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio.	2
Só um tipo de elemento da geodiversidade ocorre no sítio.	1

Tabela 2.2: Complemento da Tabela 2, exclusivo para Potencial Uso Turístico (UT).

POTENCIAL USO TURÍSTICO (UT)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
K – Potencial interpretativo (x10)	
O sítio apresenta elementos geológicos de identificação clara e expressiva para todos os públicos.	4
O público precisa ter algum conhecimento prévio da geologia para compreender os elementos geológicos do sítio.	3
O público precisa ter sólido conhecimento prévio da geologia para compreender os elementos geológicos do sítio.	2
O sítio apresenta elementos geológicos de identificação clara e expressiva somente para especialistas em geologia.	1
L – Nível econômico (x5)	
O sítio está localizado em município com renda familiar no mínimo o dobro da média nacional.	4
O sítio está localizado em município com renda familiar maior que a média nacional.	3
O sítio está localizado em município com renda familiar similar a média nacional.	2
O sítio está localizado em município com renda familiar abaixo que a média nacional.	1
M – Proximidades recreativas (x5)	

O sítio está localizado a menos de 5km de áreas recreativas ou de atrações turísticas.	4
O sítio está localizado a menos de 10km de áreas recreativas ou de atrações turísticas.	3
O sítio está localizado a menos de 15km de áreas recreativas ou de atrações turísticas.	2
O sítio está localizado a menos de 20km de áreas recreativas ou de atrações turísticas.	1

Tabela 3: Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a quantificação do Risco de Degradação (RD) dos geossítios.

RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD)	
Critérios/indicadores (Peso)	Parâmetros
A – Deterioração dos elementos geológicos (x35)	
Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos.	4
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos.	3
Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários.	2
Pequena possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários.	1
B – Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação (x20)	
Sítio localizado a menos de 50m de áreas/atividades com potencial para causar degradação.	4
Sítio localizado a menos de 200m de áreas/atividades com potencial para causar degradação.	3
Sítio localizado a menos de 500m de áreas/atividades com potencial para causar degradação.	2
Sítio localizado a menos de 1km de áreas/atividades com potencial para causar degradação.	1
C – Proteção Legal (x20)	
O sítio está localizado e uma área sem proteção legal e sem controle de acesso.	4
O sítio está localizado e uma área sem proteção legal, mas com controle de acesso.	3
O sítio está localizado e uma área com proteção legal, mas sem controle de acesso.	2
O sítio está localizado e uma área com proteção legal e com controle de acesso.	1
D – Acessibilidade (x15)	
O sítio está localizado a menos de 100m de rodovia pavimentada e com estacionamento para ônibus.	4
O sítio está localizado a menos de 500m de rodovia pavimentada.	3
O sítio é acessível para ônibus, mas por rodovia não pavimentada.	2
O sítio tem acesso indireto por rodovia, mas está localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível para ônibus.	1
E – Densidade populacional (x10)	
Sítio localizado em município com mais de 1000 hab./km ² .	4
Sítio localizado em município com 250 a 1000 hab./km ² .	3
Sítio localizado em município com 100 a 250 hab./km ² .	2
Sítio localizado em município com menos de 100 hab./km ² .	1

ANEXO 2

MODELO AMPLIFICADO DE FOLDER

Os jovens ribeirinhos de Fortalezinha e sua relação com os saberes do passado pré-histórico paraense

EDUCAÇÃO DE PALEONTOLOGIA

PROEX
Projeto de Extensão e Inovação

GSED
Grupos de Estudos em Saberes e Práticas

CONTATOS

educatofossil@gmail.com
@educatofossil

paed@antologia-ribeirinhos.com.br
www.ribeirinhos.com.br

A ideia do Projeto Educativo surgiu como uma maneira de aproximar a ciência e o conhecimento que a Paleontologia oferece para o mundo atual, trazendo o conhecimento científico para o lado de todos.

Foi elaborado, uma maneira de trabalhar o conhecimento científico para o tema de modo didático, com um olhar para o futuro.

A Oficina de Fosséis foi desenvolvida de maneira prática no campo de aula para o público infanto-juvenil sobre os fósseis locais, através de atividades de exploração, visita, aulas, webinars.

Dessa forma foi concebido o objetivo principal de reparar o conhecimento científico para sociedade através do ensino básico em nível de aula.


O projeto tem como objetivo principal educar e sensibilizar a comunidade local e interessada para a ciência, em especial a Paleontologia e o valor da apropriação desse conhecimento científico.

O QUE É UM FÓSSIL?

Fósseis são restos ou vestígios de animais e vegetais preservados em rochas. Geralmente ficam preservados as partes duras, como os ossos e dentes (como dentes, ossos e conchas).

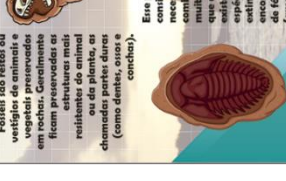






Este processo é muito lento, pois é necessário uma combinação de fatores muito improváveis para que ocorra. No entanto, espécies de animais hoje encontrados sob a forma de fósseis. Os mais famosos são os dinossauros, mamíferos e os anfíbios.

Considere-se fóssil aquilo ser vivo que viveu há mais de 11 mil anos, ou seja, antes do Holoceno, que é a época geológica atual. Animais e plantas que existem ainda hoje e que pouco tempo atrás foram fósseis são chamados de fósseis vivos, por sua semelhança com animais ou plantas "já historicizadas". Exemplos de fósseis vivos: tamar e colapteso (Lottimera gibbosa), um peixe que até 1938 se julgava estar extinto.



QUE FÓSSEIS SÃO ENCONTRADOS NA REGIÃO DO PARÁ?

Na região do Pará foram encontrados fósseis de animais invertebrados (como gastrópodos, bivalves, equinodermos), animais vertebrados (como partes desarticuladas de peixe, lesmas, microfósseis (restos de animais de tamanhos muito pequenos), fósseis de plantas e fósseis fossilizados do paragonia (planta animal), além da paleobotânica (plantas fossilizadas). Estes fósseis costumam ser identificados e guardados em museus próprios de preservação.










COMO SE FORMA UM FÓSSIL?

Quando um ser vivo morre, suas partes deixam até o fundo do mar, e camadas de terra e das rochas se acumulam sobre elas. Com o passar do tempo, essas camadas se convertem em rocha.

FAÇA VOCÊ MESMO:

Na atividade a seguir, pinte com lápis de cor ou giz de cera as etapas de fossilização de um animal, utilize o texto ao lado de cada figura para entender o que ocorre em cada uma das etapas.



QUE FÓSSEIS SÃO ENCONTRADOS NA REGIÃO DO PARÁ?

Na região do Pará foram encontrados fósseis de animais invertebrados (como gastrópodos, bivalves, equinodermos), animais vertebrados (como partes desarticuladas de peixe, lesmas, microfósseis (restos de animais de tamanhos muito pequenos), fósseis de plantas e fósseis fossilizados do paragonia (planta animal), além da paleobotânica (plantas fossilizadas). Estes fósseis costumam ser identificados e guardados em museus próprios de preservação.

