

Artigo de Pesquisa**ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO EM ÁREAS PROTEGIDAS
NO BAIXO RIO NEGRO: ABORDAGEM PRELIMINAR****Geoconservation strategies in protected areas in the low Negro River region: a preliminary approach**

Raimundo Humberto Cavalcante Lima¹, Roberto César de Mendonça Barbosa², Vilma Terezinha de Araújo Lima³, Maria da Gloria Motta Garcia⁴, Solange dos Santos Costa⁵, Edilza Laray de Jesus⁶, Vania Maria Nunes dos Santos⁷, Carlos Eduardo Manjon Mazoca⁸, Isabela Apoema Gomes de Souza⁹, Antonio Gilmar Honorato de Souza¹⁰, Carmem do Socorro Rocha dos Santos¹¹, Diego Wenderson Pessoa Venâncio¹², Josângela da Silva Jesus¹³

¹ Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Manaus, Brasil. E-mail. humbertoclima@ufam.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-2302-3921>

² Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Manaus, Brasil. E-mail. rbarbosa@ufam.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6869-4235>

³ Universidade do Estado do Amazonas, Curso de Geografia, Manaus, Brasil. E-mail. vtlima@uea.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-9530-6728>

⁴ Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, Brasil. E-mail. mggarcia@usp.br

 <https://orcid.org/0000-0002-9846-1870>

⁵ Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Geociências, Manaus, Brasil. E-mail. solangecosta@ufam.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0003-3262-7126>

⁶ Universidade do Estado do Amazonas, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Manaus, Brasil. E-mail. edilzalaray@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7340-2196>

⁷ Universidade de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Campinas, Brasil. E-mail. vanianunes@ige.unicamp.br

 <https://orcid.org/0000-0001-5659-7705>

⁸ Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, Brasil. E-mail. cmazoca@usp.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6554-264X>

⁹ Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Manaus, Brasil. E-mail. isabellaapoema@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7340-2196>

¹⁰ Serviço Geológico do Brasil, Departamento de Gestão Territorial, Manaus, Brasil. E-mail. gilmar.souza@cprm.gov.br

 <https://orcid.org/0009-0002-4046-4945>

¹¹ Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Manaus, Brasil. E-mail. carmemdos@hotmail.com

¹² Universidade Federal do Amazonas, curso de geologia, Manaus, Brasil. E-mail. diegovenancio95@gmail.com.

 <https://orcid.org/0009-0005-1953-5229>

¹³ ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada Novo Airão, Novo Airão, Brasil. josangela.jesus@icmbio.gov.br

 <https://orcid.org/0009-0001-6239-2199>

Recebido em 19/03/2023 e aceito em 03/11/2023

RESUMO: O conceito de estratégias de geoconservação engloba uma série de ações integradas e multidisciplinares que visam à gestão sustentável dos elementos relevantes da geodiversidade. Como componentes da diversidade natural, incluir estes elementos em políticas de conservação da natureza e de ordenamento do território é fundamental para garantir tanto sua conservação, como legado às futuras gerações, quanto assegurar seu uso como recurso não-extraível. Na região do baixo Rio Negro, estado do Amazonas, a geodiversidade desempenha um papel crucial na construção da paisagem local, mas pouca atenção é dada à gestão específica dos elementos abióticos e do geopatrimônio. Neste contexto, esta pesquisa vem apresentar e discutir as estratégias em geoconservação que vêm sendo desenvolvidas para o território e que contêm um forte viés na educação e no geoturismo. O diagnóstico vem sendo construído com base no inventário e na avaliação quali-quantitativa de locais de interesse representativos dos principais processos e materiais geológicos. Os aspectos da conservação são discutidos à luz da legislação vigente, tanto em termos de áreas protegidas quanto de leis específicas. A promoção, que constitui a ligação com a sociedade, vem sendo atingida por meio de diálogos e oficinas com comunitários e gestores e pela produção de material de divulgação com base em tecnologias geoespaciais. A estruturação destas ações apoiada nestas três esferas foi essencial para esboçar um panorama geral, testar métodos, reconhecer deficiências e destacar qualidades, além de delinear perspectivas relativas ao uso sustentável da geodiversidade e do patrimônio geológico na região.

Palavras-chave: Geodiversidade; Amazônia; Geoturismo; Patrimônio Geológico; Unidades de Conservação.

ABSTRACT: The concept of geoconservation strategies encompasses a series of integrated and multidisciplinary actions aimed at the sustainable management of the relevant elements of geodiversity. As components of natural diversity, including these elements in nature conservation policies and land use planning is essential to ensure both their conservation as a legacy to future generations and to secure their use as a non-extractable resource. In the region of the lower Rio Negro, state of Amazonas, geodiversity plays a crucial role in shaping the local landscape, but little attention is given to the specific management of abiotic elements and geoheritage. In this context, this research presents and discusses the geoconservation strategies that have been developed for the territory, which have a strong emphasis on education and geotourism. The diagnosis has been constructed based on the inventory and qualitative-quantitative evaluation of representative sites of the main geological processes and materials. The aspects of conservation are discussed considering current legislation, both in terms of protected areas and specific laws. Promotion, which constitutes the link with society, has been achieved through dialogues and workshops with community members and managers and the production of outreach materials based on geospatial technologies. The structuring of these actions supported by these three spheres was essential to outline a general panorama, test methods, recognize deficiencies, and highlight qualities, as well as to outline perspectives related to the sustainable use of geodiversity and geological heritage in the region.

Keywords: Geodiversity; Amazon; Geotourism; Geological Heritage; Conservation Units.

INTRODUÇÃO

Desde a sua criação, em 1948, a União Internacional para Conservação da Natureza (UICN), órgão responsável por nortear políticas de conservação e gestão de áreas protegidas no mundo, tem aplicado a maior parte de seus esforços nos aspectos bióticos da natureza. A partir de 2008, em resposta às preocupações crescentes acerca de políticas mais amplas de conservação da natureza, que incluíssem o meio abiótico, a entidade buscou integrar a conservação do patrimônio geológico e da geodiversidade em sua agenda. Esse compromisso refletiu-se em parcerias estratégicas com instituições, colaborações em publicações científicas, resoluções oficiais e na formação de grupos especializados em patrimônio geológico (CROFTS e GORDON, 2015; BRILHA et al., 2018; GORDON, 2018).

A geoconservação compreende os aspectos teóricos e aplicados relacionados com a identificação, a avaliação, a conservação e a gestão de elementos da geodiversidade de excepcional valor. Neste contexto, pode ser entendida como um conjunto de ações voltadas para a conservação do patrimônio abiótico da natureza e que podem ser implementadas por meio de uma série de etapas como descritas nos trabalhos de Uceda (2000), Sharples (2002), Henriques et al. (2011), Carcavilla (2012), Brilha (2016), Garcia et al. (2022).

Brilha (2005) destaca que não basta conhecer, caracterizar e classificar uma dada ocorrência geológica de exceção se depois não forem tomadas ações que permitam a sua conservação nas melhores condições possíveis, ou seja, se não for assegurada a correta gestão. Crofts e Gordon (2015), Brilha (2016) e Gordon (2018) enfatizam ações para a geoconservação, como a promoção de programas de educação ambiental para aumentar a conscientização sobre esta temática, o estabelecimento de reservas geológicas e áreas de conservação específicas para proteger locais de relevância científica e uma integração política de geoconservação em níveis governamentais, com a inclusão de critérios geológicos em avaliações de impacto ambiental.

No Amazonas, os projetos de conservação priorizam políticas para a biodiversidade, frequentemente negligenciando o meio abiótico. A falta de estímulo à conservação da geodiversidade é atribuída à escassez de dados científicos nos espaços protegidos e ao emprego de uma linguagem muito técnica nos poucos trabalhos publicados para divulgação sobre geodiversidade dificultando a compreensão por visitantes, guias de turismo e gestores de Unidades de Conservação.

Diversas Unidades de Conservação ocorrem no baixo Rio Negro, foco deste estudo, dentre as quais destacam-se os Parques Nacionais de Anavilhanas (PNA) e Jaú (PNJ). Além da icônica Floresta Amazônica, a área é profícua em locais de interesse arqueológico, histórico e cultural, num cenário cujo arcabouço é marcado por uma rica geodiversidade que tem as paisagens fluviais como principais atrativos. Essas características, segundo a Empresa Estadual de Turismo (AMAZONASTUR, 2023),

consolida a região como referência em ecoturismo, fortalecendo ainda mais a economia local e a preservação do meio ambiente.

No entanto, a despeito da profunda influência da geodiversidade na construção da paisagem local, pouca atenção é dada à gestão específica dos elementos abióticos e do geopatrimônio, tanto em termos do diagnóstico quanto ao seu uso e proteção, das formas de conservação e da promoção para a sociedade. Neste contexto, esse estudo vem descrever as estratégias de geoconservação que vêm sendo implementadas em unidades de conservação e seu entorno na região do baixo Rio Negro. Tomando-se como base ações empreendidas no âmbito destes três aspectos, foi possível delinear um panorama geral, identificar lacunas e traçar perspectivas quanto às potencialidades de uso sustentável da geodiversidade e do patrimônio geológico no território.

Área de estudo

A pesquisa foi conduzida na Bacia do baixo Rio Negro na região Amazônica. A área engloba os municípios de Barcelos, Novo Airão e Manaus, no território amazonense, abrangendo as seguintes Unidades de Conservação (UCs) e áreas adjacentes, conforme mostrados na Figura 1: Parque Nacional de Anavilhanas, Parque Nacional do Jaú, Parque Estadual do Rio Negro (Setor Norte), Área de Proteção Ambiental da Margem Direita e Esquerda do Rio Negro, e Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Negro.

O Arquipélago de Anavilhanas é a feição geomorfológica de maior destaque da área, possuindo centenas de ilhas e lagos de várzea (MARINHO et al., 2020) sendo reconhecido como um dos principais destinos ecoturísticos na Amazônia brasileira (ALVES, 2013).

Há na região cerca de 80 comunidades, formada por ribeirinhos e indígenas que mantêm suas formas de vida tradicionais vivendo, principalmente, da agricultura e do extrativismo florestal, e buscam, ainda, se envolver em atividades ligadas ao turismo e venda de artesanato (ISA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2008).

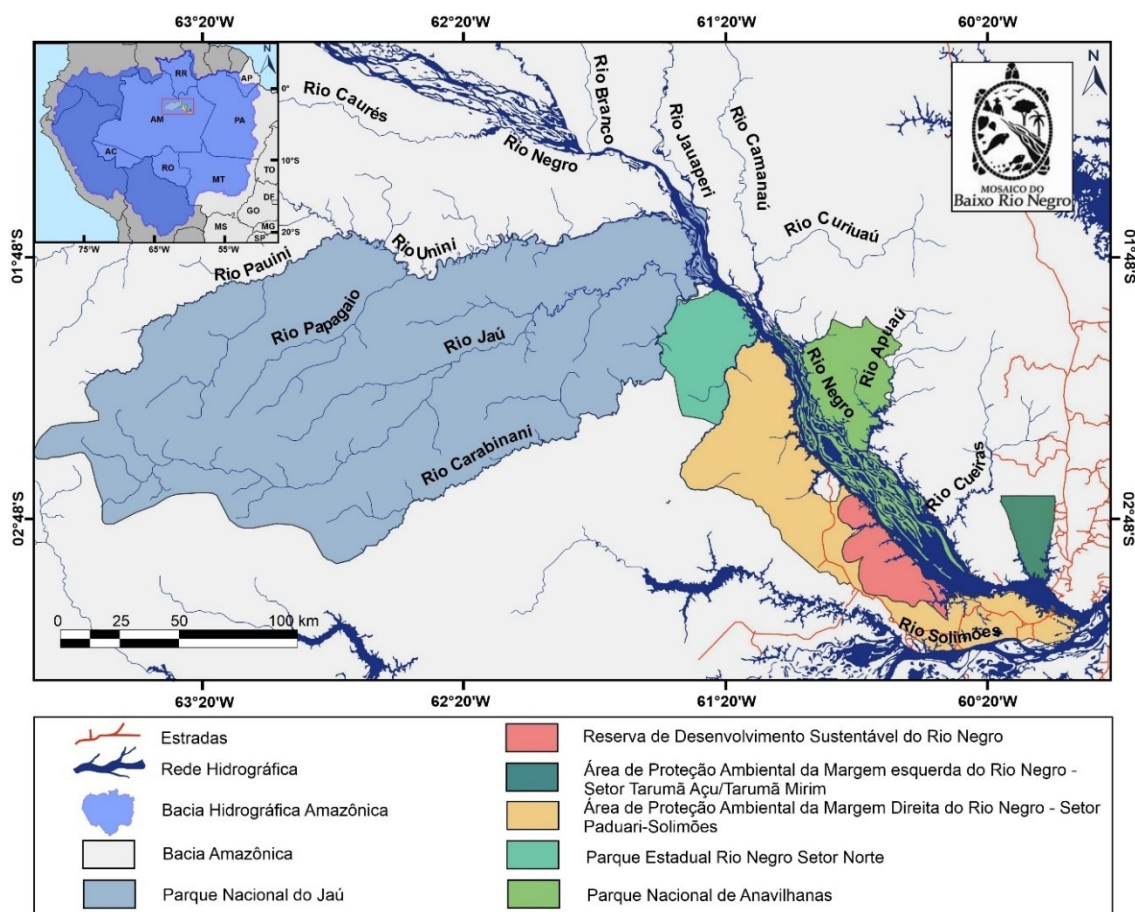


Figura 1. Mapa de localização do Mosaico Baixo Rio Negro com destaque para as unidades de conservação situadas na área de estudo. Fonte: Modificado de <https://www.icmbio.gov.br/parnaanavilhanas>

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi baseada na abordagem proposta por Garcia et al. (2022), que propuseram três principais módulos para a aplicação de práticas de geoconservação (Figura 2), representados por diagnóstico (coleta de dados e avaliação), conservação (enquadramento da legislação e proteção legal) e promoção (socialização e ações de divulgação). O módulo de diagnóstico remete à geração de conhecimento científico, por meio, principalmente, do inventário de locais de interesse geológico (LIG). O módulo da conservação ressalta a necessidade de proteção legal do patrimônio geológico identificado e seu monitoramento. Por sua vez, o módulo promoção é representado pela disseminação e divulgação desse conhecimento em linguagem acessível ao grande público.



Figura 2. Estrutura geral de estratégias de geoconservação composta por três módulos: diagnóstico, conservação e promoção. **Fonte:** GARCIA *et al.* (2022).

Como parte do módulo diagnóstico, o inventário preliminar de locais de interesse geológico foi construído nos métodos descritos em Brilha (2016) e García-Cortés *et al.* (2009), adaptados ao contexto do território amazônico. O reconhecimento dos pontos potenciais de interesse geológico foi elaborado a partir de uma revisão bibliográfica que incluiu trabalhos publicados em revistas indexadas, além de dissertações e teses. Levou-se em consideração, também, afloramentos didáticos visitados por professores e pesquisadores que desenvolvem pesquisas em geociências na região.

Conversas com barqueiros e roteiros que trabalham na área, moradores, servidores públicos municipais, do Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio) e do Centro de Turismo de Novo Airão forneceram importantes referências de lugares visitados turisticamente na região. Após a definição destes pontos, realizaram-se duas etapas de campo, em outubro de 2023 e novembro de 2023 a bordo de um barco a motor para checagem e seleção final.

O Quadro 1 sintetiza os critérios utilizados na avaliação qualitativa dos locais de interesse geológico (LIGs) de acordo com o valor científico e os potenciais de uso turístico e educativo de acordo com Brilha (2016). A avaliação quantitativa foi realizada na plataforma GEOSSIT (ROCHA *et al.*, 2016), um aplicativo para cadastro nacional de geossítios desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM).

Quadro 1. Critérios e respectivos significados utilizados na avaliação qualitativa dos LIGs quanto ao valor científico e potenciais de uso turístico/educativo.

Valor científico	
Critério	Descrição
Representatividade	Informa sobre a qualidade do local para ilustrar adequadamente os elementos ou processos relacionados ao contexto geológico.
Integridade	Relacionada ao estado de conservação dos principais elementos geológicos; quanto maior a integridade, mais preservado está o local.

Raridade	Informa sobre o número de locais com características similares na área de estudo.
Conhecimento científico	Indica a existência de estudos científicos publicados sobre o local ou sobre o contexto geológico no qual este está inserido; reflete o conhecimento produzido pela comunidade geocientífica.
Potencial de uso turístico/educativo	
Potencial didático	Relaciona-se ao potencial de uso do local por estudantes de diferentes níveis educacionais.
Diversidade geológica	Reflete a variabilidade de tipos de elementos geológicos presentes.
Beleza cênica	Associada à beleza visual do local, seja um afloramento ou paisagem.
Potencial interpretativo	Relaciona-se à facilidade de entendimento da geodiversidade pelo público geral.
Acessibilidade	Associada à distância, ao meio de transporte e às condições da via para acessar o local.
Segurança	Refere-se às condições de risco associadas à visita ao local.

Fonte: BRILHA (2016).

Para o módulo de conservação foi efetuado um reconhecimento do enquadramento legal por meio de consultas a sites do Núcleo Gestor/ICMBio (NGI) de Novo Airão, Planos de Manejos das UCs e entrevista com a gerência do NGI. O projeto obteve autorização do Sisbio/ICMBio para atividades com finalidades científicas nas UCs sob gestão do órgão. Também foram consultados os responsáveis diretos pelas secretarias de Meio Ambiente e de Turismo de Novo Airão para uma identificação de ações e programas como políticas públicas municipais relacionados na temática meio ambiente.

No módulo promoção foram realizados diálogos com comunitários e oficinas para formação continuada de professores com possibilidades de conexões com o currículo escolar, contemplando o conceito de governança ambiental por meio da integração e socialização entre os diferentes atores inseridos na pesquisa (SANTOS e JACOBI, 2018). Estas considerações estão representadas no diagrama da Figura 3.

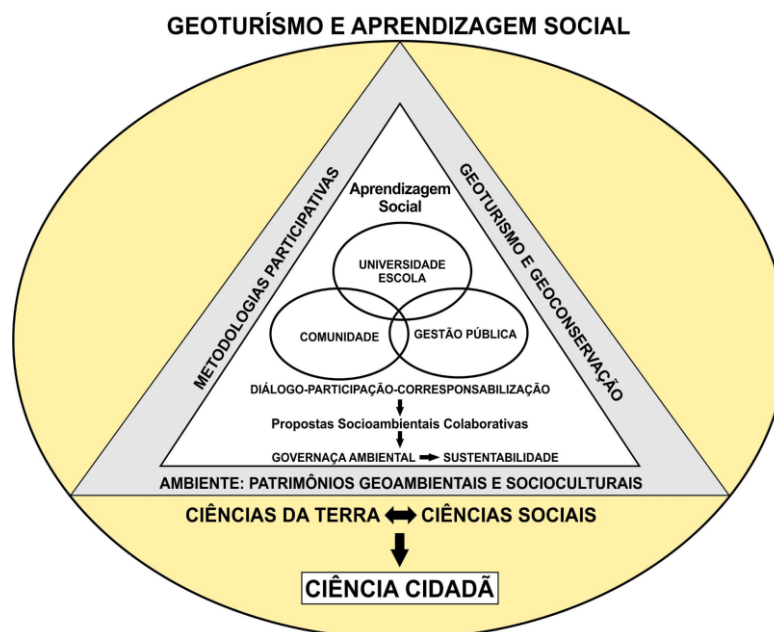


Figura 3. Diagrama mostrando as conexões entre aprendizagem social, sociedade e geoturismo. Fonte: SANTOS e JACOBI (2018).

Uma parte importante nesta etapa foi a aquisição de registros fotográficos a partir de imagens adquiridas por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) modelo DJI Air 2S e de câmeras fotográficas portáteis. As imagens obtidas foram usadas na produção de aerofotomosaicos, imagens panorâmicas em 360°, modelos tridimensionais e vídeos com tomadas aéreas. O conjunto dos produtos visuais serviu de insumo para a elaboração de passeios virtuais interativos, produzidos também em programas específicos (Kolor Panotour, 3DVista, Kuula, Sketchfab e Google Earth), e cujo objetivo é seu uso como recurso de interpretação ambiental e de promoção da geodiversidade regional para público não acadêmico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagnóstico

Como parte do diagnóstico do patrimônio geológico, cinquenta e sete pontos foram incluídos na lista de LIGs potenciais. Dentre esses, foram selecionados, a partir dos trabalhos de campo 26 pontos como Praia do Camaleão, Pedra do Peixe Boi, Pedra do Sanduíche, Grutas do Madadá, Pedra da Balsa, Praia do Meio, Pedra do Jacaré, Pedra da Mesa, Pedra do Gavião, trilha do Apuaú, Ponta dos Cavalos, Praia do Iluminado. (Figura 4).

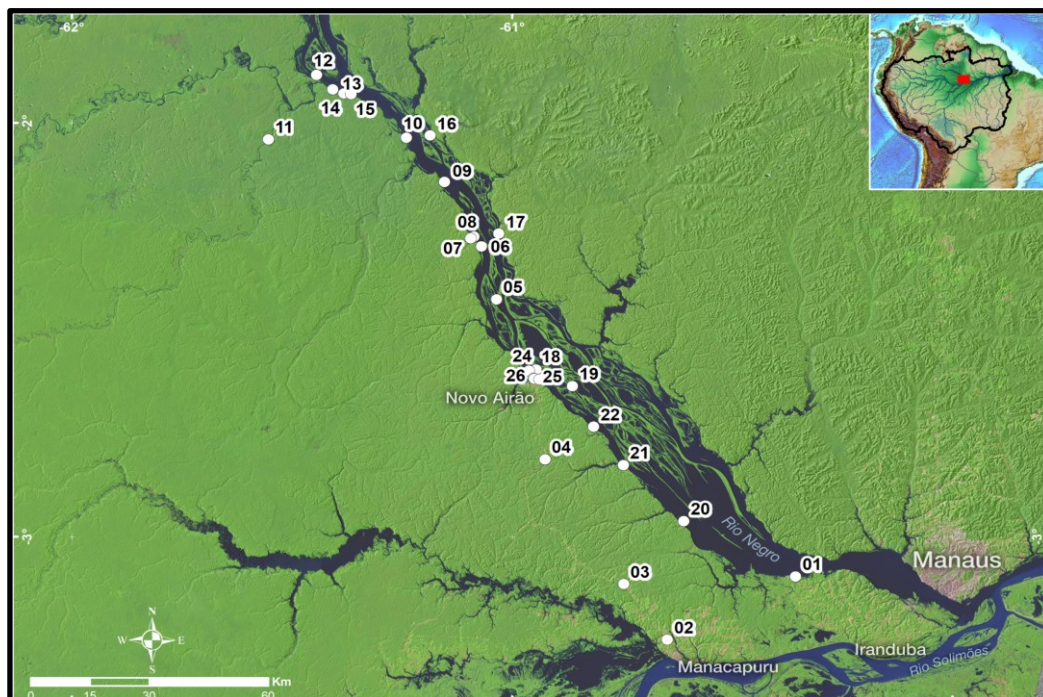


Figura 4. Imagem de satélite da região do baixo Rio Negro, com destaque para os locais visitados no levantamento de locais de interesse geológico. Fonte: Autores (2023).

Após as visitas técnicas, foram selecionados os locais para registro de imagens e fotografias utilizando VANT. A seleção destes locais levou em consideração: 1) a distância da sede do município de Novo Airão para o sítio de interesse em um raio de, aproximadamente, 100 km ao longo do Rio Negro; 2) a existência ou não de visitação turística e; 3) o potencial de imageamento do sítio.

O inventário, a avaliação e a caracterização final dos LIGs (geossítios e sítios da geodiversidade), no sentido de Brilha (2016) ainda estão em andamento. Como parte do processo de diagnóstico, foram definidas as categorias geológicas às quais estes LIGs serão associados. Considerando a representatividade em termos de história geológica da região, seis locais foram selecionados para testar a avaliação qualitativa (Quadro 2 e Figura 5).

Quadro 2. Toponímia e coordenadas geográficas dos locais de interesse geológico selecionados.

Nº	Código LIGs	Locais de Interesse Geológico (LIG)	Coordenadas Latitude / Longitude		Distância em relação a sede de Novo Airão
1	PNA 12	Ilha do laçá	01°53'01.38" S	61°26'37.71" O	103 km
2	PNA 11	Pedra do Gavião	02°02'22.40" S	61°33'12.11" O	130 km
3	PNA 16	Pedra do Jacaré	02°01'47.96" S	61°11'10.34" O	70 km
4	PNA 06	Pedra do Peixe-Boi	02°17'55.12" S	61°04'09.95" O	38 km
5	PNA 05	Praia do Camaleão	02°25'22.68" S	61°01'57.13" O	25 km
6	PNA 24	Ponta do Cavalo	02°35'54.48" S	60°57'41.88" O	3 km

Fonte: Autores (2023). Adaptado de Carvalho, 1994.

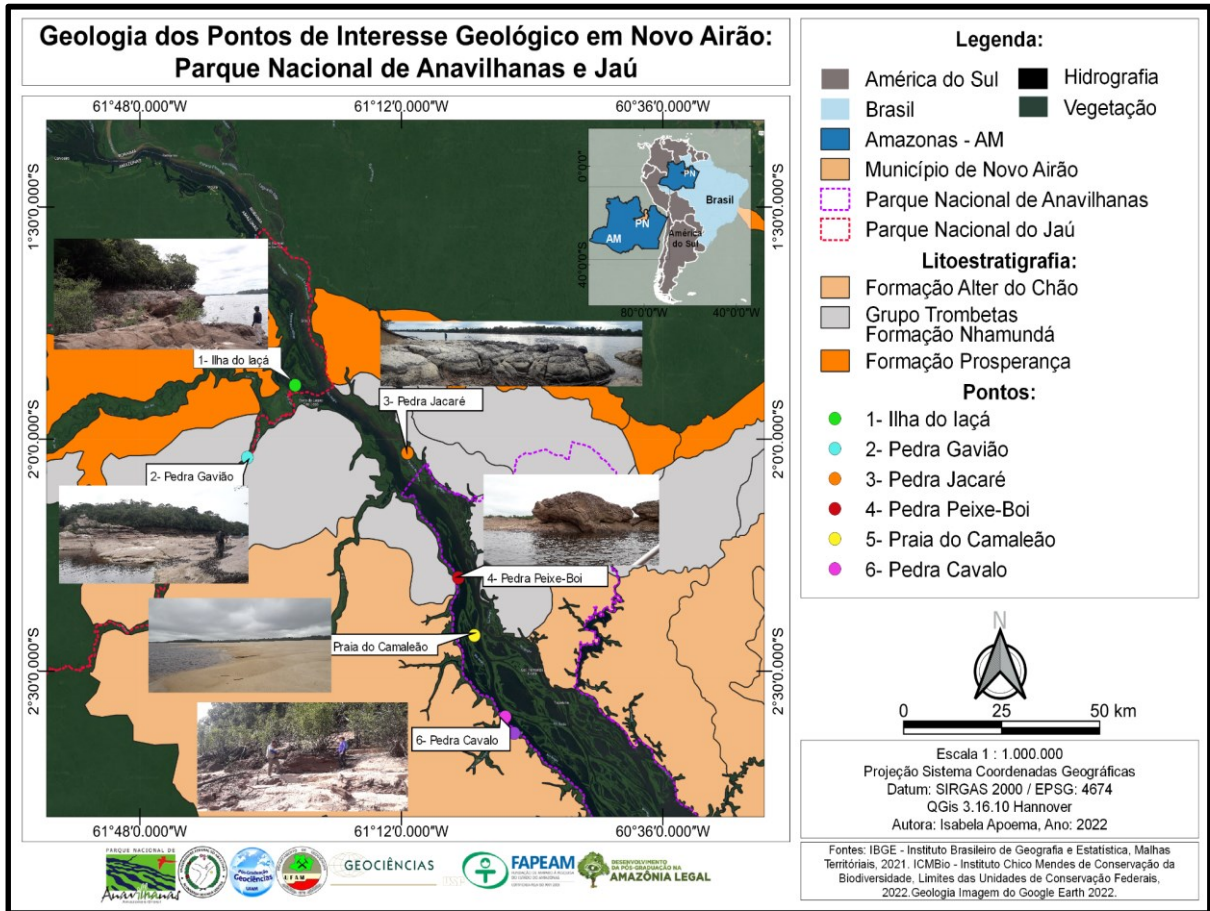


Figura 5. Mapa geológico simplificado da região do baixo Rio Negro com os locais de interesse geológico selecionados. Organizado por Apoema (2022). **Fonte:** Autores, (2024).

Os seis LIGs selecionados estão geologicamente localizados na Bacia Sedimentar do Amazonas, em rochas de idade siluriana da Formação Nhamundá e em depósitos quaternários (ROZO et al. 2005; ABINADER, 2008; MENDES et al. 2012 e SOARES et al. 2015, 2017). O Rio Negro é a principal feição erosiva e modeladora do relevo da região, e secciona e expõe unidades sedimentares paleozoicas a cenozoicas representadas por rochas das formações Nhamundá, Alter do Chão, Novo Remanso, e depósitos quaternários (Figura 6).


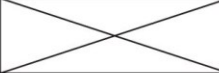
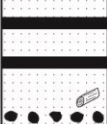

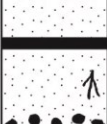

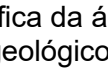
Período	Época	Idade (Ma)	UNIDADES	LITOESTRATIGRAFIA	PALEOAMBIENTE	
Quaternário	Holoceno	0.01	Depósitos Quaternários		Areia moderadamente selecionada, além de argila e silte. Lenhos carbonizados. Lateritos.	
	Pleistoceno	1				
Neógeno	Mioceno	5	Formação Novo Remanso Superior		Arenito fino a grosso (ferruginoso e caulinitico), pelito e conglomerado. Marcas de raízes/lenhos fossilizados por óxido/hidróxido de ferro. Palinomorfos de idade miocena.	Fluvial Meandrante
		23	Formação Novo Remanso Inferior		Arenito médio-grosso, mal selecionado e friável. Marcas de raízes/lenhos fossilizados por óxido/hidróxido de ferro.	Fluvial Meandrante
Paleógeno	Oligoceno	33	Formação Alter do Chão		Arenito médio a grosso com contribuição de argilito e conglomerado. Marcas de raízes silicificadas.	Fluvial meandrante com baixa e alta sinuosidade/ Lacustre
	Eoceno	55				
Cretáceo	Superior	65				
		420	Formação Nhamundá		Arenito fino a grosso com contribuição de argilito, folhelho e diamictito. Feições cársticas são comuns.	Plataforma Marinha Rasa / Glacial
Siluriano	Liandoveriano	440				

Figura 6. Coluna litoestratigráfica da área de estudo com o posicionamento estratigráfico dos locais de interesse geológico (LIGs) selecionados. **Fonte:** autores (2023).

A Formação Nhamundá (Grupo Trombetas) é constituída principalmente por arenito fino a médio, com intercalações subordinadas de folhelho, siltito e diamictito, com paleoambiente relacionado a uma plataforma marinha influenciada por ondas e, de maneira secundária, por eventos de glaciação de idade siluriana (CUNHA et al., 2007; SOARES et al., 2015). Adicionalmente, nas proximidades de Velho Airão, nos períodos de estiagem mais severas, rochas desta unidade afloram no curso do Rio Negro evidenciando feições cársticas com grande potencial geoturístico. A Formação Alter do Chão (Grupo Javari) ocorre na forma de arenito e argilito (incluindo caulins), com subordinada fração conglomerática, atribuída a um sistema deposicional flúvio-lacustre de idade cretácea que ocorre em discordância erosiva com unidades paleozóicas da Bacia do Amazonas (CUNHA et al., 2007; MENDES et al., 2012). A Formação Novo Remanso ocorre de forma erosiva sobre rochas da Formação Alter do Chão. São rochas representadas por arenitos quartzosos ferruginosos com granulometria variando de fina a grossa, pelitos (argilitos e siltitos) e conglomerados subordinados, interpretados como de depósitos fluviais de idade miocênica (SOARES et al., 2016). Ainda são encontradas na região de estudo depósitos lateríticos de idade cenozoica representados por paleossolos ferruginosos designados de lateritos maduros e imaturos, de idade quaternário inferior e quaternário superior/pleistoceno, respectivamente (COSTA, 1991; HORBE, 2014). Completam o quadro geológico sedimentos aluvionares quaternários na forma de barras e dunas subaquosas ou subaéreas (ilhas e conjunto de ilhas), produto da erosão das unidades acima citadas, bem como na contribuição de sedimentos dos principais tributários. Esses depósitos se destacam por sua morfologia típica e são formadas por sedimentos arenosos e argilosos, por vezes com elevado teor de detritos vegetais (folhas, galhos e sementes), inconsolidados a semi-consolidados, além de níveis de cascalho associados, que representam as praias fluviais e ilhas dos rios do sistema amazônico

(LATRUBESSE e FRANZINELLI, 2005; SUGUIO, 2010; LATRUBESSE e STEVAUX, 2015).

As exposições rochosas paleozoicas da Formação Nhamundá (PNA 06, 11, 12 e 16) afloram ao longo dos Rios Negro e Carabinani como lajedos de dimensões decamétricas frequentemente associados a silhuetas que lembram a fauna local e de onde derivam seus nomes turísticos, como a Pedra do Gavião, a Pedra do Jacaré e a Pedra do Peixe-Boi (Figura 7A e 7B). Os afloramentos podem alcançar até 10 m de espessura e são compostos por arenitos com textura fina a grossa de coloração acinzentada, com estruturas sedimentares que incluem estratificações plana e cruzada e marcas onduladas assimétricas e convolutas (Figura 7C). Encontram-se também traços fósseis tubulares e verticalizados em relação ao acamamento sedimentar, atribuídos inicialmente ao icnofóssil *Skolitos*, comum em rochas desta unidade expostas na borda norte da Bacia do Amazonas (SOARES et al., 2005; SOUZA e NOGUEIRA, 2009). Nas rochas desta unidade a presença de feições cársticas é marcante, como por exemplo tafonis, alvéolos e bacias de dissolução (Figura 7D). Na Ilha do laçá (PNA 12) as rochas da Formação Nhamundá são seccionadas por um dique de diabásio de idade indeterminada e estão preservados nas rochas petróglifos antropomórficos ou com geometria abstrata (Figura 7E) atribuídos a indígenas amazônicos que povoaram a área desde o Holoceno (VALLE, 2012; 2014).

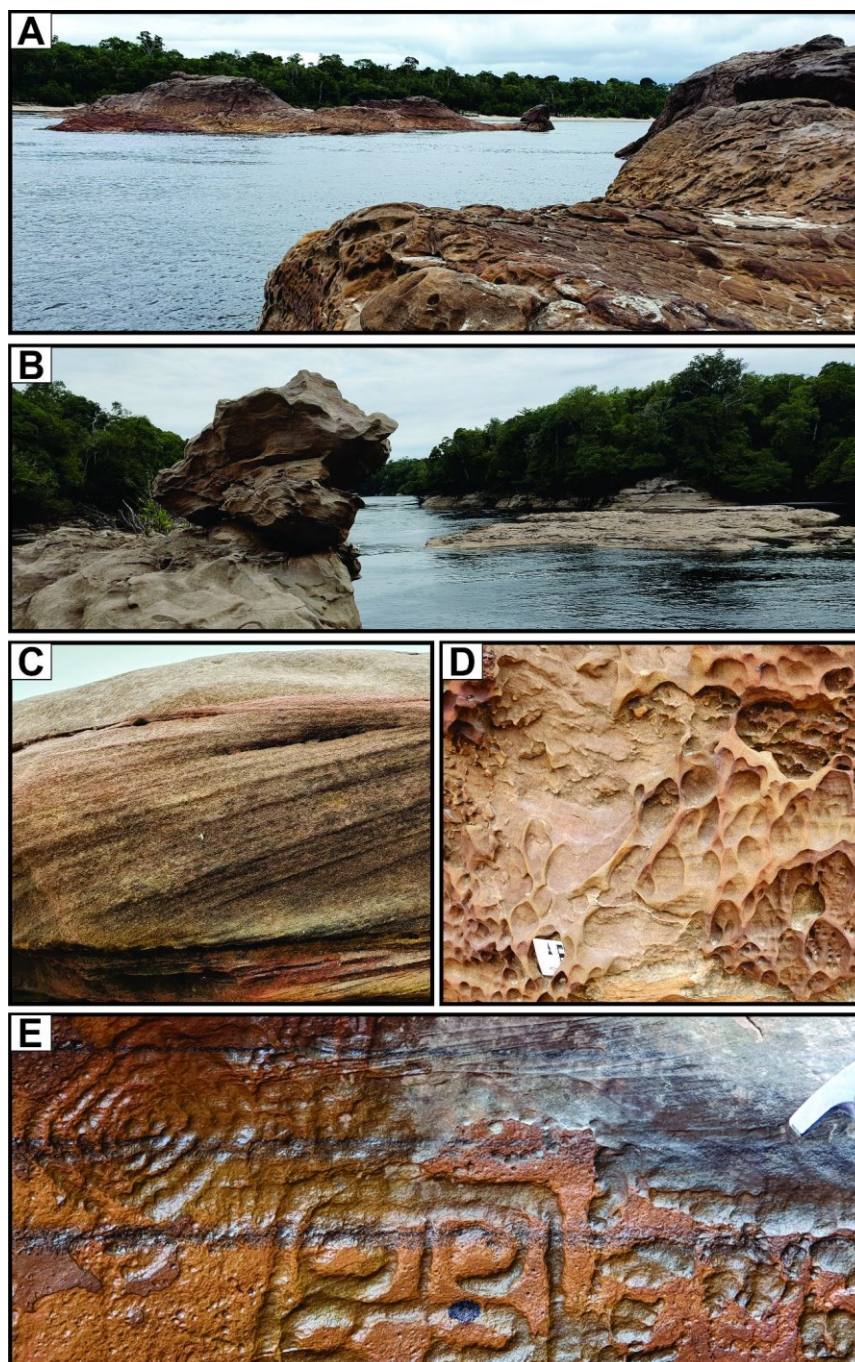


Figura 7. Aspectos gerais dos locais de interesse geológico da Formação Nhamundá abordadas neste artigo. A e B) Exposições de arenito em lajedos nos Rios Negro (Pedra do Peixe Boi) e Carabinani (Pedra do Gavião); C) Estratificação cruzada em arenitos na Pedra do Gavião; D) Alvéolos e tafonis, feições cársticas comuns encontradas na Pedra do Peixe Boi; E) Petroglifos com geometria abstrata em arenitos na Ilha do Iaça. **Fonte:** Autores, (2023).

As unidades geológicas quaternárias (PNA 05 e PNA 24) estão situadas ao longo do Rio Negro na forma de dunas arenosas resultantes da dinâmica fluvial atual, bem

como em suas escarpas, onde podem alcançar espessura de até 15 m (Figura 8). Na Praia do Camaleão são constatadas dunas fluviais com areias de granulação média a grossa, moderadamente selecionadas, com crista sinuosa, altura máxima de 50 cm e comprimento que pode alcançar até 8 m (Figura 8A). No local ocorrem feições que evidenciam processos recentes de migração de dunas, como estratificações cruzadas marcadas por grãos de minerais pesados e lentes de areia grossa destacando o processo de segregação granulométrica (REESINK e BRIDGE, 2007). Sobrepostas às dunas são encontradas formas de leito parasíticas como areias finas e bem selecionadas com marcas de pingos de chuva, além de marcas onduladas simétricas orientadas perpendicularmente em relação às cristas das dunas (Figura 8B). A textura mais fina e a orientação das marcas onduladas sugerem que podem estar associadas à ação eólica devido à exposição subaérea sazonal das dunas e formação da praia.

Os depósitos quaternários na Ponta do Cavalo são representados por uma crosta laterítica de coloração avermelhada a amarelada, fragmentada pela ação fluvial erosiva e desenvolvida sobre rochas da Formação Alter do Chão (Figura 8C). Blocos rolados de dimensões métricas da crosta podem ser encontrados ao longo da escarpa fluvial exibindo feições tubulares semelhantes a troncos e raízes de árvores ferruginizadas, o que faz que comunitários e barqueiros identifiquem o local como praia das “árvores petrificadas”. São encontradas também concreções com textura cavernosa e botrioidal, provavelmente compostas por óxido de ferro e alumínio, comuns em crostas lateríticas (Figuras 8D e 8E) típicas da região amazônica (COSTA, 1991; HORBE, 2014).

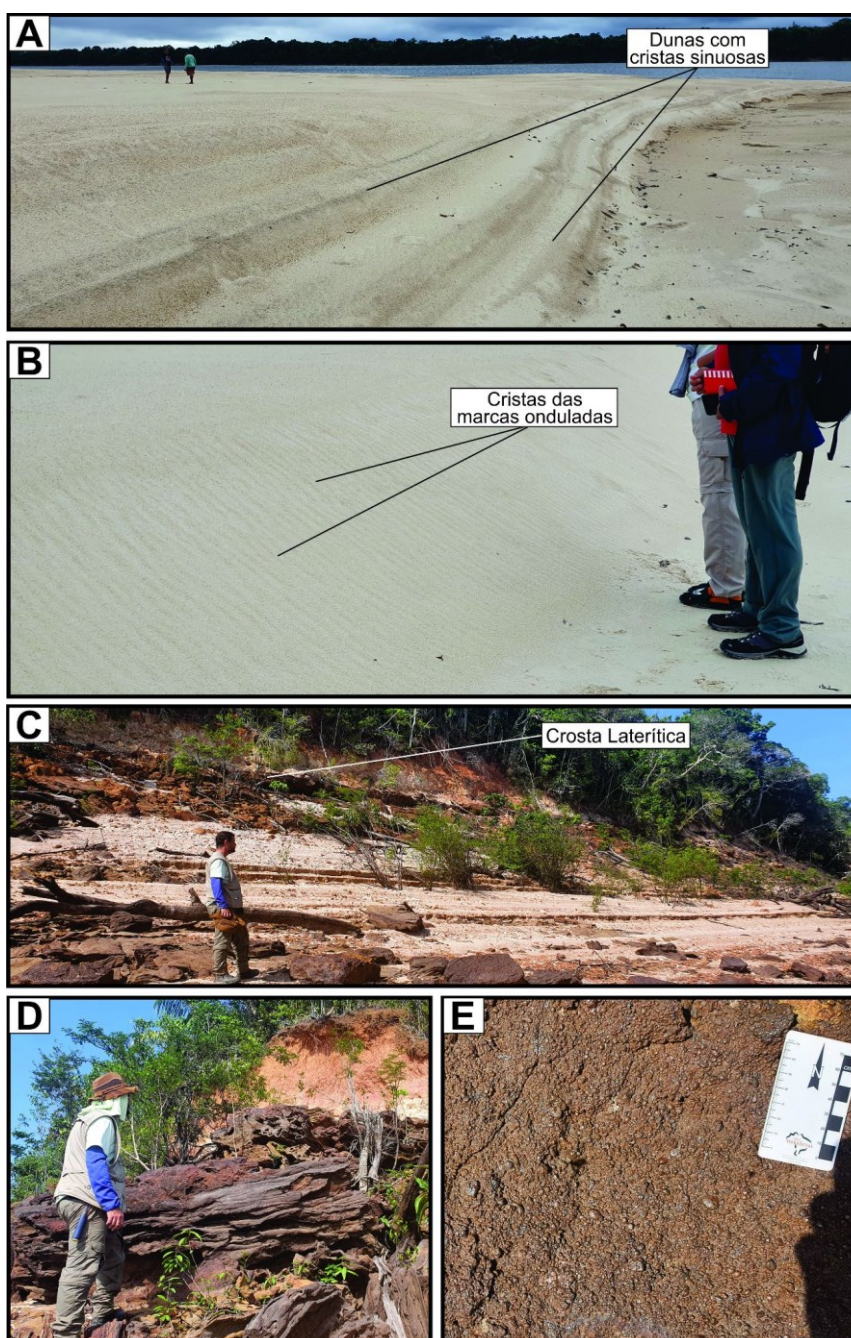


Figura 8. Aspectos gerais dos locais de interesse geológico de idade quaternária na região do baixo Rio Negro. A e B) Depósitos arenosos de idade quaternária representados por barras e dunas arenosas com crista sinuosa na Praia do Camaleão; C) Ponta do Cavalo com destaque para a crosta laterítica desenvolvida sobre rochas da Formação Alter do Chão; D) Fragmentos da crosta laterítica tubulares semelhantes a troncos de árvores na Ponta do Cavalo; E) Detalhes de cristais com hábito botrioidal da crosta laterítica na Ponta do Cavalo. **Fonte:** Autores, (2023).

O Quadro 3 mostra os resultados da avaliação qualitativa do valor científico e dos potenciais educativo e turístico para os locais selecionados. Os critérios utilizados na

avaliação e significados de cada item foram anteriormente apresentados no Quadro 1.

Quadro 3. Resultados da avaliação qualitativa dos locais selecionados quanto ao valor científico e potenciais educativo e turístico.

Locais de Interesse Geológico (LIGs)	Ilha do Iacá	Pedra do Gavião	Pedra do Jacaré	Pedra do Peixe-Boi	Praia do Camaleão	Ponta do Cavalo
VALOR CIENTÍFICO						
Representatividade	Representativo	Representativo	Representativo	Representativo	Representativo	Representativo
Integridade	Boa	Boa	Boa	Boa	Ruim	Boa
Raridade	Mais de 1 local	Mais de 2 locais	Mais de 2 locais	Mais de 3 locais	Mais de 2 locais	Mais de 1 local
Conhecimento Científico	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
POTENCIAL EDUCATIVO						
Potencial Didático	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem
Diversidade de Elementos Geológicos	Diverso	Diverso	Diverso	Diverso	Diverso	Diverso
Acessibilidade	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso
Segurança	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui
POTENCIAL TURÍSTICO						
Beleza Cênica	Possui	Possui	Possui	Possui	Possui	Possui
Potencial Interpretativo	Fácil entendimento	Fácil entendimento	Fácil entendimento	Fácil entendimento	Fácil entendimento	Fácil entendimento
Acessibilidade	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso	Difícil acesso
Segurança	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui

Fonte: Adaptado de Carvalho, 1994.

Os dados sugerem que todos os locais avaliados têm potencial educativo frente à variedade de elementos geológicos e ao potencial didático a serem utilizados no ensino formal e informal. O potencial para o geoturismo também é evidenciado, tendo em vista que os locais avaliados se constituem em atrativos turísticos que estão diretamente associados a elementos da geodiversidade. Destacam-se a diversidade de elementos geológicos, os aspectos cênicos e o potencial interpretativo presentes em corredeiras, nas geoformas em cursos d'água e praias fluviais.

A acessibilidade e a segurança constituem-se em obstáculos à visitação de estudantes e turistas, sendo necessárias novas intervenções e análises técnicas especializadas para ocorrer a visitação.

Os resultados da avaliação quantitativa estão organizados no Quadro 4 de acordo com os critérios designados no GEOSIT.

Quadro 4. Resultados da avaliação quantitativa dos valores Científico, Risco de Degradação, Potencial uso educativo e turístico.

Locais de Interesse Geológico (LIGs)	Ilha do laçá	Pedra do Gavião	Pedra do Jacaré	Pedra do Peixe-Boi	Praia do Camaleão	Ponta do Cavalo
VALOR CIENTÍFICO (VC)						
A1 - Representatividade	4	2	1	4	2	2
A2 - Local Tipo	0	0	0	0	0	0
A3 - Conhecimento Científico	2	2	0	0	1	1
A4 - Integridade	4	4	2	4	2	2
A5 - Diversidade Geológica	2	2	2	2	2	1
A6 - Raridade	4	2	2	2	2	2
A7 - Limitações ao Uso	4	4	4	4	4	4
Total Valor Científico	300	210	140	260	175	170
RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD)						

B1 - Deterioração de Elementos Geológicos	1	3	1	1	4	4
B2 - Proximidade à Áreas/atividades com Potencial para Gerar Degradação	0	0	0	0	4	3
B3 - Proteção Legal	2	2	2	2	2	2
B4 - Acessibilidade	0	0	0	0	0	0
B5 - Densidade Populacional	1	1	1	1	1	1
Total Risco de Degradação	85	155	85	85	270	250
POTENCIAL VALORES EDUCACIONAL (PVE) E TURÍSTICO (PVT)						
C1 - Vulnerabilidade	4	4	4	4	1	1
C2 - Acesso Rodoviário	0	0	0	0	0	0
C3 - Caracterização de Acesso ao Sítio	4	4	4	4	4	4
C4 - Segurança	1	1	1	1	1	1
C5 - Logística	0	0	0	0	0	0
C6 - Densidade Populacional	0	0	0	0	0	0
C7 - Associação com Outros Valores	4	0	0	3	3	1
C8 - Beleza Cênica	2	2	0	2	1	0
C9 - Singularidade	2	2	1	3	1	2
C10 - Condições de Observação	3	3	0	4	4	3
C11 - Potencial Didático	1	1	1	1	4	4
C12 - Diversidade Geológica	3	3	3	3	3	3

C13 - Potencial para Divulgação	3	3	3	3	3	3
C14 - Nível Econômico	1	1	1	1	1	1
C15 - Proximidade com Zonas Recreativas	0	0	1	1	1	1
Total Potencial Educacional	190	170	125	200	215	195
Total Potencial Turístico	190	170	120	205	140	120
Classificação	Relevância Regional/Local	Relevância Regional/Local	Relevância Regional/Local	Relevância Nacional	Relevância Nacional (PVE) Relevância Regional/Local (PVT)	Relevância Regional/Local

Fonte: Autores (2023). Adaptado de Carvalho, 1994.

Os valores científicos variaram de 140 a 300. Para o critério "Limitações ao uso" foi atribuído valor máximo para todos os locais, considerando que em UCs devem existir limites para a coleta de amostras. Em geral, observaram-se valores médios a altos quanto à integridade dos locais, mas a diversidade geológica e a raridade forneceram valores baixos. Os critérios relacionados ao "Risco de Degradação" indicaram poucas ameaças naturais aos locais de interesse geológico. Como ameaças antrópicas, destacam-se a proximidade a comunidades, como é o caso da Pedra do Cavalo e da Praia do Camaleão.

Nenhum dos pontos selecionados apresentou alta relevância quanto ao potencial educativo ou turístico. Isso se deve, principalmente, a critérios como logística, segurança e densidade populacional. A Praia do Camaleão e a Pedra do Peixe Boi possuem relevância nacional quanto aos aspectos de potencial educativo e relevância regional/local quanto ao potencial turístico. Vale salientar que a Pedra do Peixe Boi, a Ilha de Iaçá e a Pedra do Gavião possuem valor científico significativo e têm potencial para constituírem futuros geossítios, mas, necessitam de estudos mais detalhados.

Quanto aos potenciais de uso educativo e turístico, avaliou-se que os LIG têm baixo risco de serem destruídos por atividades antrópicas, mas alguns estão sujeitos à destruição pela erosão provocada pelo rio durante a estação de cheias. A maioria dos locais selecionados são acessíveis apenas por via fluvial, mas como se localizam no leito do rio o acesso é relativamente fácil. As condições de observação são muito boas, porém, durante o período de cheia, os monumentos ficam sob as águas.

Os LIGs avaliados apresentaram baixo risco à degradação, pois se situam dentro de uma área protegida ou em seus arredores com controle de acesso pelo ICMBio. Por

situarem-se longe dos centros habitacionais, o turismo é a única atividade impactante na área.

Conservação

Em entrevista com a secretária de Turismo de Novo Airão foi referenciado que o município desenvolve políticas públicas com foco na solução de problemas locais e regionais a partir de iniciativas sustentáveis. A secretária relata ainda que, em 2023, o município foi escolhido pelo Ministério do Turismo (MTur) para integrar a Estratégia Nacional de Destinos Turísticos Inteligentes (DTI), que ajudará o município na capacitação e na construção de um plano de transformação turístico.

A gerência do ICMBio local relata que, devido ao alto grau de pressão sobre a UC em função de sua configuração geográfica (grande extensão, morfologia de arquipélago, hidrovia, proximidade com Manaus e Novo Airão e comunidades no entorno), tem se empenhado em coibir atividade de mineração de areia nos limites dos Parques Nacionais sobre sua responsabilidade. A gestora do NGI Novo Airão lembra que atividades de pesquisas científicas como a avaliação do potencial geoturístico na região são boas alternativas para inibir atos ilícitos ambientais, tendo inclusive convidado a equipe para dar continuidade a pesquisa em outros setores da região.

Após uma pesquisa na legislação brasileira voltada para a conservação e preservação da natureza, verificou-se e listou-se alguns mecanismos jurídicos que podem ser aplicados, mesmo que indiretamente, ao patrimônio geológico da área estudada.

Relacionado à gruta do Madadá, o Decreto 99.556 1/10/1990 no seu Art. 1º, determina que as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional deverão ser protegidas, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

Relacionado aos traços fósseis tubulares encontrados na unidade da Formação Nhamundá, o Decreto-lei Nº 4.146, de 4/03/1942 em seu Art. 1º, determina: os depósitos fossilíferos são propriedade da Nação, e, como tais, a extração de espécimes fósseis depende de autorização prévia e fiscalização da Agência Nacional de Mineração, antigo Departamento Nacional da Produção Mineral.

Na Lei 9.985 de 18/07/2000 – “Lei do SNUC” no seu Artigo 4º, parágrafo VII, identifica entre outros objetivos, “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural”. Nesse sentido, os LIGs Pedra do Jacaré e Pedra Sanduiche listados na pesquisa, devem ser melhor protegidos contra possíveis riscos a degradação desses monumentos. Outro objetivo do SNUC é preservar áreas restritas contendo predominantemente sítios geológicos, geomorfológicos e paisagens notáveis que, por sua singularidade, raridade, beleza, ou vulnerabilidade exijam proteção” (Artigo 15). Além disso, o Artigo 14 determina que “paisagens, ecossistemas e/ou sítios geológicos de grande interesse para atividades científicas, educacionais e recreativas poderão ser preservadas através da criação de parques nacionais, estaduais ou municipais”.

Com relação às Unidades de Conservação localizadas no estado do Amazonas, a Portaria Nº 483, de 14/12/2010 no seu Art. 1º reconhece o Mosaico do Baixo Rio Negro, abrangendo as unidades de conservação e respectivas zonas de amortecimento. Dentro do Mosaico, os LIGs estudados que são abrangidos sob a gestão do ICMBio: Parque Nacional de Anavilhanas e Parque Nacional do Jaú. Sob a gestão da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento e Sustentável do Estado do Amazonas: Parque Estadual do Rio Negro - Setor Norte; Área de Proteção Ambiental da Margem Direita do Rio Negro setor Puduari-Solimões; Área de Proteção Ambiental da Margem Esquerda do Rio Negro setor Tarumã-açu-Tarumã-mirim; Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Negro.

Promoção

As atividades relacionadas à promoção concentraram-se em dois aspectos principais, associados às interações com o poder público e a comunidade local e à produção de material de divulgação da geodiversidade e do geopatrimônio locais.

Em outubro de 2022, como parte do processo inicial de sensibilização quanto ao projeto, a equipe se reuniu com as secretarias de Educação (SEMED), de Turismo (SEMTUR) e de Meio Ambiente (SEMMA) do município de Novo Airão. Na ocasião foi apresentada a proposta do curso de formação de professores e comunidades, intitulado “Educação, Ambiente e Aprendizagem Social: Geoconservação e Geoturismo em Anavilhanas”. O objetivo da proposta foi promover a formação continuada de professores para o (re)conhecimento da realidade socioambiental local e propor o uso de metodologias participativas para o desenvolvimento de projetos com práticas socioambientais educativas de caráter colaborativo, visando relacionar educação e ambiente numa perspectiva corresponsável, promotora de ações cidadãs sustentáveis para a geoconservação e o geoturismo.

Entidades representativas da região, tais como a Fundação Almerinda Malaquias (FAM), a Fundação Vitória Amazônica (FVA), escolas estaduais (Escola de Tempo Integral Danilo de Mattos Areosa, Escola Estadual de Tempo Integral Balbina Mestrinho e Escola Municipal Violeta C.A.M Areosa) também foram visitadas. Nesses encontros foram contatados gestores, técnicos, professores de geografia com o propósito de apresentar o projeto de pesquisa e ouvir sugestões. Alguns professores dessas escolas fizeram um breve relato sobre as pesquisas desenvolvidas com os estudantes. O contato com a Associação dos Canoeiros do município teve a finalidade de apresentar o projeto de pesquisa e observar a dinâmica de chegada dos turistas e embarque para os atrativos turísticos, sob a condução dos guias locais. Foram visitados ainda o Centro de Informações Turísticas e as Comunidades do Tumbira (Iranduba) e do Tiririca (Novo Airão), situados na margem direita do rio Negro, a fim de conhecer como vem sendo implantado o turismo de base comunitária nessas localidades.

Em maio, junho e novembro de 2023 foram realizadas três oficinas. A primeira, com professores do ensino básico, abrangeu uma escola vinculada à Secretaria de Educação e Qualidade de Ensino (Seduc) e cinco escolas ligadas à Secretaria de

Educação Municipal (Semed), totalizando 19 (dezenove) professores. 20 (vinte) educadores ambientais da FAM participaram ativamente da segunda oficina em geoturismo e geodiversidade e uma terceira oficina com 20 (vinte) pessoas sendo guias, barqueiros e o trade turístico de Novo Airão (Figuras 9A e 9B). As oficinas auxiliaram na identificação e na compreensão da geodiversidade associada à biodiversidade regional, promovendo a valorização local e fortalecendo a identidade da população (Figuras 9C e 9D). A formação dos professores e educadores ambientais destacou o diálogo interdisciplinar entre Ciências da Terra, Ambientais e Sociais, utilizando a aprendizagem social para estimular práticas colaborativas e uma cultura de diálogo. Foram propostas novas metodologias e recursos didáticos, tanto em sala de aula quanto em atividades de campo, com o intuito de envolver as escolas e a comunidade em processos educativos para o uso sustentável da geodiversidade na região, incluindo a elaboração de projetos escolares colaborativos.



Figura 9. Atividades desenvolvidas nas oficinas em geodiversidade e geoturismo. A) Prática de campo. B) apresentação de serviços ecossistêmicos. C) Mostra do Ciclo das Rochas e D) Reconhecimento dos elementos da geodiversidade. **Fonte:** Autores, (2023).

Em junho de 2023 foram realizados dois eventos associados ao projeto. O I Workshop (Com) Ciência Cidadã, realizado no auditório do CRAS (Novo Airão), nos dias 15 e 16 de junho de 2023, reunindo cerca de 100 participantes, entre adultos e crianças. O objetivo do evento foi promover a ciência cidadã por meio de palestras, rodas de conversa e oficinas, unindo o conhecimento científico ao conhecimento tradicional, trazendo como tema principal o desenvolvimento colaborativo de atividades no Parque Nacional de Anavilhanas.

Nas rodas de conversas e diálogos informais, o público-alvo foi moradores da sede do município e das comunidades próximas, bem como membros das universidades no estado. Os temas apresentados incluíram geodiversidade e geoturismo,

conscientização acerca do desenvolvimento sustentável na região, empreendedorismo com produtos naturais, vivências de comunidades locais e promoção de trabalhos científicos realizados na universidade. Além dos diálogos, foi promovido um café com atores, no qual os participantes foram apresentados a conceitos de ciência-cidadã e puderam compartilhar ideias e experiências.

Direcionadas para crianças do ensino fundamental, as oficinas lúdicas contaram com atividades de pintura com tinta natural, réplica de fósseis, exposição de rochas e minerais, utilização de óculos de realidade virtual nos pontos de interesse geológico da região. Essas atividades visaram estimular as crianças a observar as particularidades de sua região, por meio de fotografias, desenvolverem um olhar atento ao meio geológico que as cerca, bem como para a preservação e conservação do meio ambiente.

No âmbito da produção de material de divulgação as principais atividades relacionaram-se à geração de 37 imagens panorâmicas em 360°, 10 modelos tridimensionais e 117 vídeos (Figura 10A e 10B). Esses produtos inserem-se entre as novas tecnologias digitais usadas em Geoconservação com potencial de uso para pesquisa básica, mapeamento, educação e geoturismo (CAYLA et al., 2014). Os produtos gerados por esta pesquisa podem ser utilizados para uma melhor interpretação da morfologia das paisagens e seus processos geológicos formativos, incentivando o reconhecimento da geodiversidade local e difusão de conceitos de geociências na promoção do geoturismo. A produção de recursos de divulgação científica e geoturística tem sido feita por meio da disponibilização do produto em passeios virtuais com conteúdo interpretativo, como nos trabalhos de Santos et al. (2018) e Ibanez et al. (2021).



Figura 10. A). Imagem panorâmica em 360° da Praia do Camaleão (PNA 05); B) Registro fotográfico da Pedra do Jacaré (PNA 16). **Fonte:** Autores, (2023).

Além dos produtos já destacados anteriormente, foram selecionados os LIGs PNA 06, PNA 08 e PNA 10 representando as geoformas e os PNA 05, PNA18, PNA 20 e PNA 23, correspondendo às praias, para elaboração de modelos 3D e um roteiro virtual. Todas as plataformas utilizadas são de livre acesso, necessitando apenas de internet via computador e via smartphone. Os modelos 3D podem ser visualizados por meio do link <https://skfb.ly/oLpKS>, nas panorâmicas deve-se utilizar o link <https://kuula.co/post/5qx7g/collection/7JR69>. Para visualizar o roteiro virtual, pesquisa

<https://earth.google.com/earth/d/1pd5bIT6Ex3lynmq5xIO4wlbq4CoxUz?usp=sharing>
(VENANCIO; COSTA, 2023).

CONCLUSÃO

Este trabalho propôs-se a apresentar e discutir as ações relacionadas à construção de estratégias de geoconservação na região do baixo Rio Negro, estado do Amazonas. Fazem parte deste acervo as atividades distribuídas em três módulos básicos e complementares que englobam o diagnóstico, a conservação e a promoção.

Como parte fundamental de qualquer diagnóstico com vistas à geoconservação, a identificação preliminar de 57 locais representativos dos principais processos geológicos da área do baixo Rio Negro desde o Período Siluriano foi essencial para direcionar as etapas posteriores. A partir da avaliação qualitativa destes locais e dos trabalhos de campo, a listagem e caracterização final de LIGs (geossítios e sítios da geodiversidade) serão estabelecidas com vistas à determinação do patrimônio geológico. Com base na representatividade em termos de categorias geológicas, a avaliação qualitativa e quantitativa realizada em locais selecionados revelou-se adequada à seleção e à priorização da relevância em termos de valor educativo e turístico. Verifica-se que alguns desses locais têm necessidade de proteção quanto ao risco de degradação e necessitam de monitoramento.

Em termos de conservação, a existência de um mosaico de unidades de conservação nas quais estão situados a maior parte dos locais identificados facilita a sua gestão em termos de ameaças antrópicas. Além disso, parte dos elementos da geodiversidade presentes, tais como cavidades naturais e fósseis, estão automaticamente protegidos pela legislação vigente. O diagnóstico realizado revelou ameaças naturais e antrópicas que devem ser avaliadas com vistas ao estabelecimento de monitoramento, se necessário.

Dentre as iniciativas de promoção destacam-se as ações que tiveram como grande potencial a contribuição no desenvolvimento de estratégias de conservação que envolvam a população local. Foram apresentadas as abordagens de geoeducação e de aprendizagem social, embasadas em diálogos com comunitários, oficinas para professores e aproximações interinstitucionais integrando educação, geodiversidade e sustentabilidade. O foco em diálogo interdisciplinar e aprendizagem social contribuiu na promoção de práticas colaborativas para projetos escolares sustentáveis. O projeto não apenas ofereceu ferramentas educativas, mas também estabeleceu conexões significativas entre professores, comunidades e a riqueza natural por meio de uma abordagem integrada e sustentável para o ensino e o meio ambiente em Novo Airão.

Os resultados deste trabalho evidenciam a importância do estudo da geodiversidade e do patrimônio geológico como meio de aproximar o conhecimento geocientífico das questões da proteção do meio ambiente em áreas protegidas no baixo Rio Negro. A finalização do diagnóstico (inventário, avaliação e indicações de uso e proteção) permitirá avançar nas estratégias de geoconservação em termos de valorização, interpretação ambiental e divulgação dos locais de interesse geológico que podem ser aproveitados de maneira sustentável por meio do geoturismo e da educação em geo-

ciências. Um dos principais desafios para os trabalhos de campo e para a divulgação dos locais de interesse geológico é a sazonalidade da região, que limita a visibilidade dos locais. Isso requer estratégias específicas, que devem ser desenvolvidas com base no diagnóstico realizado. Neste contexto, os produtos geoespaciais constituem um dos destaques do projeto para um melhor alcance dessa divulgação.

As possibilidades de pesquisa com foco na geoconservação são inúmeras e promissoras para as unidades de conservação no Amazonas. A realização de inventários e avaliações de locais de interesse geológico, o desenvolvimento de metodologias de quantificação adaptadas às realidades regionais, além de planejamento, gestão e integração de instituições para a geoconservação, são apenas algumas das perspectivas de pesquisa científica aqui apresentadas. Como futuras etapas nas estratégias de geoconservação, pretende-se envolver o monitoramento e o enquadramento legal dos locais de acordo com a legislação brasileira vigente, permitindo a conservação dos locais frente a ameaças que possam vir a sofrer.

O desenvolvimento dessa pesquisa expressa potencialidades e desafios ao propor a integração de conceitos oriundos das Ciências da Terra, Ciências Sociais e Ciências Humanas frente à questão da sustentabilidade no Amazonas. Desta forma, os atrativos turísticos locais associados às informações geocientíficas diferem de outros destinos turísticos no Amazonas, por fomentar a conservação, a educação e o turismo considerando o patrimônio geológico como um atrativo em destaque.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão pelo apoio concedido durante as etapas da pesquisa no âmbito do projeto "Potencial Geoturístico do Parque Nacional de Anavilhanas (AM) e seu entorno: subsídio ao uso sustentável do meio natural", com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) por meio do Programa BIODIVERSA/FAPEAM. Adicionalmente, deseja-se estender os agradecimentos à Revista Geonorte pelo convite para a publicação e divulgação de nossas pesquisas na edição especial intitulada "Rio Negro - Tempo, Água e Rocha".

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Raimundo Humberto Lima e Maria Gloria Garcia, Vania Maria Santos
Metodologia: Vania Maria Santos, Raimundo Humberto Lima, Maria Gloria Garcia, Vilma Araujo Lima, Edilza Laray, Carlos Mazoca. **Análise formal:** Raimundo Humberto Lima e Maria Gloria Garcia. **Pesquisa:** Raimundo Humberto Lima, Roberto César Barbosa, Vilma Araújo Lima, Maria da Gloria Garcia, Solange dos Santos Costa, Edilza Laray de Jesus, Vania Maria dos Santos, Carlos Manjon Mazoca, Isabela Apoema de Souza, Antonio Gilmar de Souza, Carmem Rocha dos Santos, Diego Venâncio. Josângela Jesus. **Recursos:** Raimundo Humberto Lima. **Preparação de dados:** Vilma Araújo Lima, Maria da Gloria Garcia, Solange dos Santos Costa, Edilza Laray de Jesus, Vania Maria dos Santos, Carlos Manjon Mazoca,

Isabela Apoema de Souza. **Escrita do artigo:** Raimundo Humberto Lima, Roberto César Barbosa, Vilma Araújo Lima, Maria da Gloria Garcia, Solange dos Santos Costa, Edilza Laray de Jesus, Vania Maria dos Santos, Carlos Manjon Mazoca, Isabela de Souza. **Revisão:** Raimundo Humberto Lima, Roberto César Barbosa, Vilma Araújo Lima, Maria da Gloria Garcia, Solange dos Santos Costa. **Supervisão:** Raimundo Humberto Lima e Maria Gloria Garcia. **Aquisição de financiamento:** Raimundo Humberto Lima.

Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ABINADER, H. **Depósitos cenozoicos da porção oeste da Bacia do Amazonas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geociências). Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.
- ALVES, N. de S. **Mapeamento hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas**: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos. 2013. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- AMAZONASTUR Empresa Estadual de Turismo no Amazonas. Notícia: **Amazonas é o melhor lugar do mundo para o ecoturismo, aponta a revista americana Forbes**. 2023. <http://www.amazonastur.am.gov.br/>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 3. ed. aum. Brasília: MMA/SBF, 2003. 52p.
- BRASIL. **Decreto Nº 99.556**, de 1º de Outubro de 1990. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências. Portal Câmara dos Deputados, Brasília, 1990.
- BRASIL. **Decreto-lei Nº 4.146**, de 4/03/1942. Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos. Portal da Câmara dos Deputados, Brasília, 1942.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA/IBAMA). **Portaria 483**, de 14 de dezembro de 2010. Reconhecer o mosaico do baixo rio negro, abrangendo as seguintes unidades de conservação e respectivas zonas de amortecimento, localizadas no estado do Amazonas.
- BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119–134, 2016. DOI :0.1007/s12371-014-0139-3
- BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**. Palimage Editores, Viseu, 190p. 2005.
- BRILHA, J.; GRAY, M.; PEREIRA, D.I.; PEREIRA, P. Geodiversity: an integrative review as a contribution to the sustainable development of the whole of nature.

Environmental Science Policy. v. 86, 19–28, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.001>.

CARCAVILLA, L. **Geoconservação**. Editora Los Libros de la Catarata, 128p. 2012

CAYLA, N.; HOBLÉA, F.; REYNARD, E. New Digital Technologies Applied to the Management of Geoheritage. **Geoheritage**, v. 6, n. 2, p. 89–90. 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s12371-014-0118-8>

COSTA, M. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 2, n. 21, p. 146–160. 1991. DOI: 10.25249/0375-7536.1991146160

CROFTS, R.; GORDON, J.E. Geoconservation in protected areas. G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, I. Pulsford (Eds.), **Protected area governance and management**, ANU Press, Canberra, pp. 531-568. 2015.

CUNHA P.; MELO J.; SILVA O. Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. v. 15, n. 2, p. 227–251. 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Banco de dados (shapefile): arquivos vetoriais. 2021. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de Nov. 2022.

ICMBIO, **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**

<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/geoprocessamento/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais>. Acesso em 09 de fev de 2023.

ISA - **Instituto Socioambiental**. Notícia (2008): Mosaico de áreas protegidas do Baixo Rio Negro envolve comunidades tradicionais em sua construção www.socioambiental.org

GARCIA, M.; NASCIMENTO, M.; MANSUR, K.; PEREIRA, R. Geoconservation strategies framework in Brazil: Current status from the analysis of representative case studies. **Environmental Science and Policy**, v. 128, p. 194–207. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.11.006>

GARCÍA-CORTÉS, A.; ÚRQUI, L. C. **Proposta para la actualización metodológica del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)**. Espanha: Instituto Geológico y Minero de España, 2009.

GORDON, J.E. Geoheritage, geotourism and the cultural landscape: Enhancing the visitor experience and promoting geoconservation. **Geosciences**, v. 8, n. 4, p. 136. 2018.

HENRIQUES M.; REIS, R.; BRILHA, J.; MOTA, T. Geoconservation as an emerging geoscience. **Geoheritage**, n. 3, v. :11, p. 117–128. 2011, DOI: 10.1007/s12371-011-0039-8. 2011

HORBE, A. Idades paleomagnéticas de crostas lateríticas da Amazônia. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, v. 9, n. 1, p. 93–104. 2014. DOI: 10.46357/bcnaturais.v9i1.539

IBANEZ, K.; GARCIA, M.; MAZOCA, C. Tectonic Geoheritage as Records of Western Gondwana History: a Study Based on a Geosite's Potential in the Central Ribeira Belt, Southeastern Brazil. **Geoheritage**, v. 13, n. 9, p. 4–15. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00533-3>

LATRUBESSE, E.; FRANZINELLI, E. The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: Implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems. **Geomorphology**, v. 70, n. 3-4, p. 372–397. 2005. DOI: [10.1016/j.geomorph.2005.02.014](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.02.014)

LATRUBESSE, E.; STEVAUX, J. The Anavilhanas and Mariuá Archipelagos: Fluvial Wonders from the Negro River, Amazon Basin. 2015. In: VIEIRA, B., SALGADO, A.; SANTOS, L. (eds). **Landscapes and Landforms of Brazil**, Dordrecht: Springer, 2015. p. 157–169.

MARINHO, R.R.; FILIZOLA JUNIOR, N.P.; CREMON, É.H. Analysis of Suspended Sediment in the Anavilhanas Archipelago, Rio Negro, Amazon Basin. **Water**, v.12. n 4, p.1073, 2020.

MENDES, A.; TRUCKENBROD, W.; NOGUEIRA, A. Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo, Bacia do Amazonas), próximo à cidade de Óbidos, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 39–57. 2012. DOI: [10.25249/0375-7536.20124213957](https://doi.org/10.25249/0375-7536.20124213957)

REESINK, A., & BRIDGE, J. S. Influence of superimposed bedforms and flow unsteadiness on formation of cross strata in dunes and unit bars. **Sedimentary Geology**, 202(1), 281–296. [https://DOI.org/10.1016/j.sedgeo.2007.02.005](https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.02.005)

ROCHA, A.; LIMA, E.; SCHOBENHAUS, C. Aplicativo Geossit: nova versão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48, 2016, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBG, 2016. p. 1813.

ROZO, J.; NOGUEIRA, A.; HORBE, A.; CARVALHO, A. Depósitos Neógenos da Bacia do Amazonas. **Contribuições à Geologia da Amazônia**, v. 4, p. 201–207. 2005.

SANTOS, V.; JACOBI, P. (org.). **Educação, ambiente e aprendizagem social: reflexões e possibilidades à geoconservação e sustentabilidade**. Série Ensino e História de Ciências da Terra, v. 4. Curitiba: CRV, 2018.

SANTOS, I.; HENRIQUES, R.; MARIANO, G.; PEREIRA, D. Methodologies to Represent and Promote the Geoheritage Using Unmanned Aerial Vehicles, Multimedia Technologies, and Augmented Reality. **Geoheritage**, v. 10, p. 143–155. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0305-0>

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002.

SOARES, E.; DINO, R.; SOARES, D.; ANTONIOLI, L.; SILVA, M. New sedimentological and palynological data from surface Miocene strata in the central Amazonas Basin area. **Brazilian Journal of Geology**, v. 45, n. 3, p. 337–357. 2015. DOI: [10.1590/2317-488920150030283](https://doi.org/10.1590/2317-488920150030283)

SOARES, E.; KLOSTER, A.; GNAEDINGER, S.; RIKER, S.; LIMA, F.; MOTTA, M. 2017. First record of Annonaceae wood for the Neogene of South America, Amazon Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 47, n. 1, p. 95–108. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-4889201720160085>

SOARES E.; TRUCKENBRODT, W.; NOGUEIRA A. Fácies litorâneas e subglaciais da Formação Nhamundá (Siluriano inferior), região de Presidente Figueiredo, Bacia do Amazonas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 2, p. 105–132, 2005.

SOUZA, V.; NOGUEIRA, A. Seção geológica Manaus-Presidente Figueiredo (AM), borda norte da Bacia do Amazonas: um guia para excursão de campo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 1, p. 16–29. 2009.

SUGUIO K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

UCEDA, AC. Patrimonio geológico: diagnóstico, clasificación y valoración. In: Suárez-Valgrande JP (ed), **Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible**, Serie Monografías, Ministerio de Medio Ambiente de España, p. 23-37. 2000.

VALLE, R. A "negative" view - the post-processing enhancement of rock art digital image using Inversion Tool and Brightness/Contrast Levels – The case of petroglyphs at the lower Negro river basin, Brazilian Amazonia. **Boletín APAR**, v. 6., n. 21. p. 927–936. 2012.

VALLE, R. **Mentes Graníticas e Mentes Areníticas**: Fronteira geo-cognitiva nos Petróglifos do Baixo Rio Negro, Amazônia Setentrional. 2014. Tese (Doutorado em Arqueologia). Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

VENÂNCIO, D. W. P., COSTA, S. S. Utilização de Geotecnologia no mapeamento de geossítios: Estudo de caso, Arquipélago Anavilhanas (AM). In: X SECT-ICE. 2023, Manaus. **Anais [...]**. Acesso em outubro de 2023. Disponível em <https://www.even3.com.br/organizador/trabalhocientifico/resultado/>>.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0