

INVENTÁRIO DA GEODIVERSIDADE NO ALTO CURSO DO IGARAPÉ BRAÇO, NO MUNICÍPIO DE ITAUBAL, ZONA COSTEIRA ESTUARINA DO ESTADO DO AMAPÁ

**INVENTORY OF GEODIVERSITY IN THE UPPER COURSE OF IGARAPÉ BRAÇO, IN THE
MUNICIPALITY OF ITAUBAL, ESTUARINE COASTAL ZONE OF THE STATE OF AMAPÁ**

**INVENTARIO DE LA GEODIVERSIDAD EN EL CURSO SUPERIOR DEL ARROYO BRAÇO, EN EL
MUNICIPIO DE ITAUBAL, ZONA DEL ESTUARIO COSTERO DEL ESTADO DE AMAPÁ**

Danusa da Silveira Machado¹
Celina Marques do Espírito Santo²

RESUMO: A Geodiversidade está relacionada à diversidade do meio abiótico em seus aspectos geológico, geomorfológico, pedológico etc., além dos processos ativos, que originam paisagens dinâmicas. Conhecer estes aspectos pode auxiliar na construção de ferramentas para a geoconservação e para a gestão da Zona Costeira Amazônica. O presente trabalho objetiva caracterizar a geodiversidade do alto curso do Igarapé Braço, localizado no município de Itaubal, Planície Costeira Estuarina do Amapá. Os procedimentos metodológicos adotados foram: I-Aquisição de dados bibliográficos; II-Trabalho de pesquisa em campo; III-Inventariação dos Locais de Interesse Geomorfológico; IV-Elaboração de mapas de localização e de caracterização da área de estudo. Os processos identificados que modificam a paisagem estão relacionados à dinâmica de maré, à erosão, aos ventos alísios, à dinâmica pluviométrica e ao aporte de sedimentos trazidos pelo rio Amazonas. Portanto, conhecer a geodiversidade local pode gerar subsídios para a elaboração de instrumentos de proteção e de geoconservação de ambientes costeiros.

Palavras-chave: Geomorfologia. Geoconservação. Zona Costeira.

ABSTRACT: Geodiversity is related to the diversity of the abiotic environment in its geological, geomorphological, pedological aspects etc., besides the active processes that

1 Mestranda em Geografia - Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4427-6976>. E-mail: danusa.machado.2014@gmail.com.

2 Doutora em Geografia, pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGG/UFRJ), e docente do curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP/DFCH). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1413-4910>. E-mail: celinamarquesufpa@yahoo.com.br.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

give rise to dynamic landscapes. Knowing these aspects can help in the construction of tools for the geoconservation and management of the Amazon Coastal Zone. The present work aims to characterize the geodiversity of the upper course of the Igarapé Braço, located in the municipality of Itaubal, Estuarine Coastal Plain of Amapá. The methodological procedures adopted were: I-Acquisition of bibliographic data; II-Field research work; III-Inventory of Geomorphological Interest Sites; IV-Elaboration of location and characterization maps of the study area. The identified processes that modify the landscape are related to tidal dynamics, erosion, trade winds, pluviometry dynamics and sediment input brought by the Amazon River. Therefore, knowing the local geodiversity can generate subsidies for the elaboration of an instrument for the protection and geoconservation of coastal environments.

Keywords: Geomorphology. Geoconservation. Coastal Zone.

RESUMEN: La geodiversidad está relacionada con la diversidad del medio abiótico en sus aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, etc., además de los procesos activos que dan lugar a paisajes dinámicos. Conocer estos aspectos puede ayudar en la construcción de herramientas para la geoconservación y gestión de la Zona Costera Amazónica. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la geodiversidad del curso superior del Igarapé Braço, ubicado en la ciudad de Itaubal, estuario costero de Amapá. Los procedimientos metodológicos adoptados fueron: I-Adquisición de datos bibliográficos; II-Trabajo de investigación de campo; III-Inventario de Sitios de Interés Geomorfológico; IV-Elaboración de mapas de ubicación y caracterización del área de estudio. Los procesos identificados que modifican el paisaje están relacionados con la dinámica de las mareas, la erosión, los vientos alisios, la dinámica pluviométrica y el aporte de sedimentos traídos por el río Amazonas. Por lo tanto, conocer la geodiversidad local puede generar subsidios a la elaboración de un instrumento de protección y geoconservación de ambientes costeros.

Palabras clave: Geomorfología. Geoconservación. Zona costera.

INTRODUÇÃO

A integração de informações dos componentes bióticos e abióticos ainda é pouco desenvolvida, tanto no meio científico quanto ao nível de gestão do território (SILVA, 2012). A falta de conhecimento dos aspectos físicos ou abióticos de uma área contribui para que isto aconteça, priorizando os aspectos bióticos.

Portanto, sendo o ambiente físico a base para o desenvolvimento das sociedades humanas e da biodiversidade, fica claro que a geodiversidade deve ocupar um papel mais central nas questões de gestão ambiental (BRILHA *et al.*, 2018).

Na tentativa de sanar esta escassez de informação e para integrar informações do meio físico (abiótico) ao conceito de biodiversidade (meio biótico), na década de 1990, começou a ser difundido um conceito inovador, com viés para a Geoconservação (DUFF, 1994).

Esse conceito foi o da “geodiversidade”, empregado pela primeira vez em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre “Conservação Geológica e Paisagística” (JOÃO; TEIXEIRA, 2016). Na ocasião, definiu-se como um ramo da ciência que estuda o patrimônio natural abiótico, englobando os monumentos geológicos e paleontológicos, os geossítios e as feições pedológicas (ANDRASANU, 2006; DANTAS *et al.*, 2015).

Stanley (2001) mostrou uma concepção ainda mais ampla para o conceito de “geodiversidade”, em que as paisagens naturais, entendidas como a variedade de ambientes e de processos geológicos/geomorfológicos, estariam relacionadas a seu povo e a sua cultura.

Na visão de Gray (2004), os meios biótico e abiótico fazem parte de um conjunto ambiental maior. O autor destacou que a geodiversidade está ligada às variedades de ambientes geológicos e geomorfológicos e de fenômenos e processos ativos, que dão origem a paisagens, a rochas, a minerais, a fósseis, a solos e a outros depósitos superficiais, que são o suporte para a vida na Terra.

Desta forma, conhecer a geodiversidade de um determinado local nos leva a identificar as aptidões e as restrições de uso do meio físico, bem como os impactos advindos do uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais de uma determinada região, composta por tipos específicos de rochas, de relevos, de solos e de clima (JOÃO; TEIXEIRA, 2016).

O inventário da geodiversidade é uma das várias etapas sucessivas para a avaliação quantitativa, para a conservação, para a interpretação e para a promoção e para o monitoramento de sítios; é o primeiro e crucial passo para qualquer estratégia de geoconservação (BRILHA, 2005).

Entre os elementos da geodiversidade que podem ser inventariados, há aqueles que, por suas características excepcionais e por constituírem elementos importantes para humanidade, são concebidos como locais de interesse geomorfológico, os geomorfossítios, que, em seu conjunto, concebem o patrimônio geomorfológico (CARVALHO *et al.*, 2019). O patrimônio geomorfológico abrange as formas de relevo que apresentam valor científico e comporta paisagens com importantes registros do processo evolutivo da Terra (FIGUEIRÓ *et al.*, 2013).

Gray *et al.* (2013) destacam que, apesar de haver um grande corpo de pesquisas sobre geodiversidade e muitos estudos de caso em ciências quaternárias, geomorfológicas e ambientais da Terra, ainda existe uma lacuna importante na aplicação das geociências em uma abordagem ecossistêmica e em políticas ambientais..

Nesse cenário, destacamos a geodiversidade em ambientes costeiros, que se constituem como áreas frágeis e de intensa dinâmica ambiental, visto que estão em situações de transição entre o continente e o mar. Tanto quanto a biodiversidade costeira, a geodiversidade destes locais também exigem atenção, no que se refere a medidas de gestão e de conservação, visto que a compreensão das formas de relevo é importante para o planejamento e o ordenamento territoriais, bem como para o desenvolvimento de estratégias de geoconservação (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014; ESPIRITO SANTO *et al.*, 2017; RABELO, 2018).

Uma forma de promover a conservação deste patrimônio é a prática do geoturismo, que se define como uma atividade econômica de cunho interpretativo, que permite aos turistas adquirirem conhecimento e entendimento sobre o funcionamento do meio abiótico (FREIRE *et al.*, 2018).

Essas estratégias, aplicadas no uso e na sensibilização da comunidade, juntamente com a possibilidade de apoio das governanças municipal e estadual, contribuem para a valorização dos setores produtivos e para a capacitação da população local, quanto ao uso sustentável do patrimônio (ANDRADE *et al.*, 2021).

No Amapá, os estudos relacionados ao levantamento da geodiversidade têm avançado lentamente nos últimos anos, e ainda há um longo caminho a percorrer. Mas, para basear o presente trabalho, foram utilizados alguns artigos, como João e Teixeira (2016), que efetuou o levantamento da geodiversidade do estado do Amapá; Palhares e Guerra (2016), Corrêa (2021), Corrêa *et al.* (2021), Corrêa e Palhares (2021) e Corrêa, Guerra e Espírito Santo (2022), que fizeram estudos voltados à geodiversidade no município de Oiapoque; Espírito Santo (2017, 2018a, 2018b, 2021a e 2021b), com levantamentos da geodiversidade no município de Ferreira Gomes; e Lima, Lima e Avelar (2021), que pesquisaram propostas de geoturismo em Macapá e em Santana.

Partindo deste ponto, por ser um conceito novo em seu desenvolvimento teórico-metodológico, é importante contribuir com o levantamento de geodiversidade em regiões quaternárias da Amazônia, dada a dinâmica desta região, principalmente em sua Planície Costeira. Dessa forma, o presente trabalho objetiva fazer uma caracterização da geodiversidade, para indicar seu potencial geoturístico, a partir dos aspectos do patrimônio geomorfológico do alto curso do Igarapé Braço, e afluentes, localizado na Planície Fluvio-lacustre da Zona Costeira Estuarina do Município de Itaubal (AP).

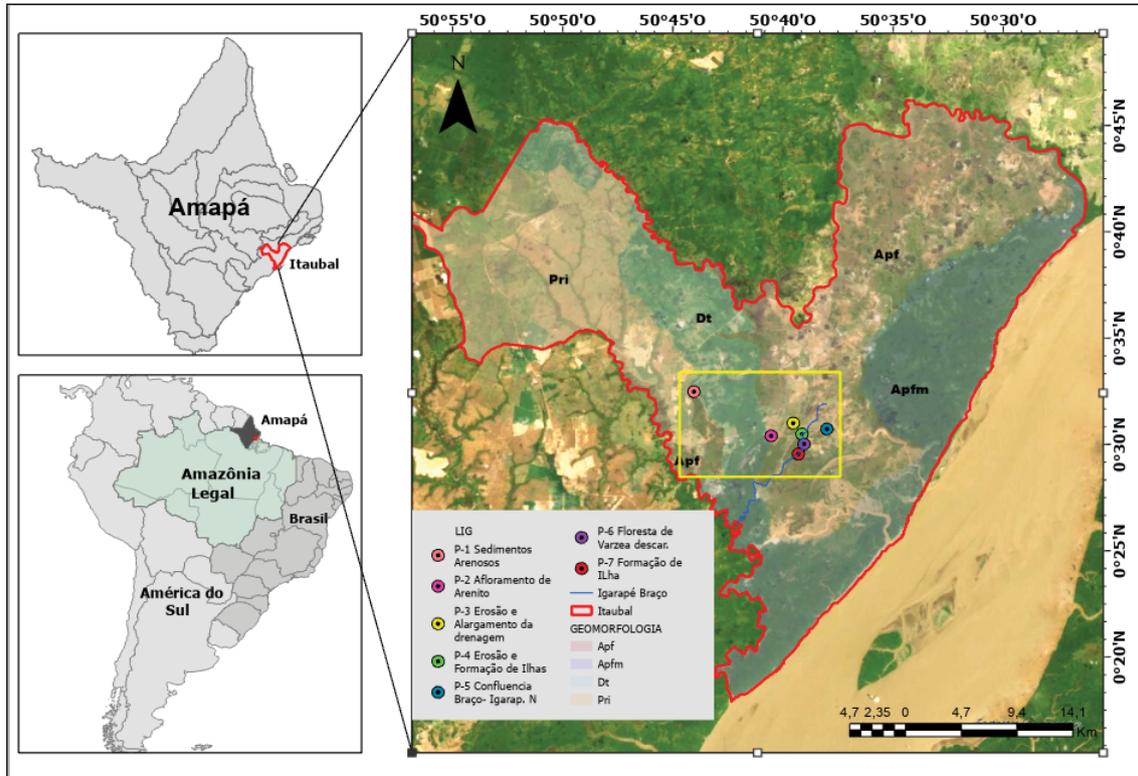
METODOLOGIA

Localização da Área de Estudo

A área de estudo é denominada Igarapé Braço, o qual se localiza no município de Itaubal do Pírim, que pertence à Zona Costeira Estuarina do estado do Amapá. Especificamente, o referido igarapé está à margem esquerda do rio Macacoari, em seu alto curso, o qual se trata de um dos rios tributários do Amazonas.

O acesso à área pode ser feito por via terrestre, a partir da comunidade do Carmo do Macacoari, situada a 110 km da capital do estado, Macapá, através das rodovias AP-070 e AP-340, e, depois, pelos ramais do Carmo e da Acapurana; ou por via fluvial, com saída da comunidade do Carmo do Macacoari, via rio Macacoari, até a confluência com o Igarapé Braço.

Na área de estudo, identificou-se sete Locais de Interesse Geomorfológico (LIG) de geodiversidade e de potencial geoturístico, são eles: Ponto 1- Sedimentos arenosos; Ponto 2- Afloramento de arenito; Ponto 3- Erosão e alargamento da drenagem; Ponto 4- Erosão e formação de ilhas; Ponto 5- Confluência Braço-Igarapé Novo; Ponto 6- Floresta de várzea descaracterizada; e Ponto 7 - Formação de ilha (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022), com base em IEPA, em SEMA e em IBGE.

Figura 1. Localização dos Locais de Interesse Geomorfológico (LIG).

Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração deste trabalho constaram de quatro etapas:

I. Aquisição e revisão de dados bibliográficos, feita através de buscas em bases, como: Periódicos CAPES, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e banco de dados da plataforma *ResearchGate*. A revisão permitiu o levantamento de trabalhos realizados em regiões costeiras tropicais, na planície costeira amapaense, e de tópicos de geodiversidade costeira, capazes de contribuir para a elucidação da problemática, além de metodologias de avaliação da geodiversidade já estabelecidas, como Pereira (2006), Brilha (2015) e Espírito Santo (2018).

II. Trabalho de pesquisa em campo, que foi realizado em março de 2020, com deslocamento ao município de Itaúbal e até a área de estudo, e teve o intuito de: selecionar, caracterizar e inventariar os Locais de Interesse geomorfológico; observar os processos costeiros atuantes; coletar pontos com GPS e realizar registros fotográficos. Também foi possível validar as informações geomorfológicas levantadas na fase anterior e promover sua análise integrada com a geologia, com os solos e com a vegetação.

III. Inventariação dos Locais de Interesse Geomorfológico (LIG), que, de acordo com as metodologias de Pereira (2006) e de Pereira *et al.* (2007), baseiam-se em duas etapas,

as quais são descritas no Quadro 1. No presente trabalho, utilizou-se somente a primeira etapa, a de Inventariação onde os aspectos de geodiversidade considerados relevantes foram as feições e os processos geomorfológicos.

Quadro 1. Etapas e subetapas propostas por Pereira (2006) na inventariação e na quantificação do património geomorfológico.

ETAPAS	
Inventariação	Quantificação
Subetapas	
i) identificação dos potenciais Locais de Interesse Geomorfológico ii) avaliação qualitativa iii) seleção dos Locais de Interesse Geomorfológico iv) caracterização dos Locais de Interesse Geomorfológico	v) avaliação numérica vi) seriação

Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Pereira (2006) e em Pereira *et al.* (2007).

Os locais identificados foram listados, cartografados e georreferenciados, atribuindo-lhes um código de identificação, Essa Inventariação foi feita, com base numa ficha de avaliação de cada um dos locais (Quadro 2).

Quadro 2. Formulário de caracterização e de inventariação dos Locais de Interesse Geomorfológico.

LOCAIS DE INTERESSE GEOMORFOLÓGICO	
CARACTERIZAÇÃO DA INVENTARIAÇÃO	Localização geográfica (UTM)
	Tipo de local
	Proprietário
	Proteção jurídica
	Acessibilidade
	Fragilidade e vulnerabilidade
	Estado de conservação
	Unidade Geomorfológica
	Unidades geológicas
	Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Pereira (2006) e em Pereira *et al.* (2007).

IV. Em seguida, elaboraram-se os mapas de localização da área de estudo, bem como de caracterização fisiográfica dos pontos de relevante interesse geomorfológico, levantados segundo dados do Gerenciamento Costeiro (GERCO) (2004), disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (IEPA). Foram selecionados sete pontos, levando em consideração os indicadores citados acima. Os mapas foram confeccionados no software *ArcGIS* 10.5, com dados vetoriais disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

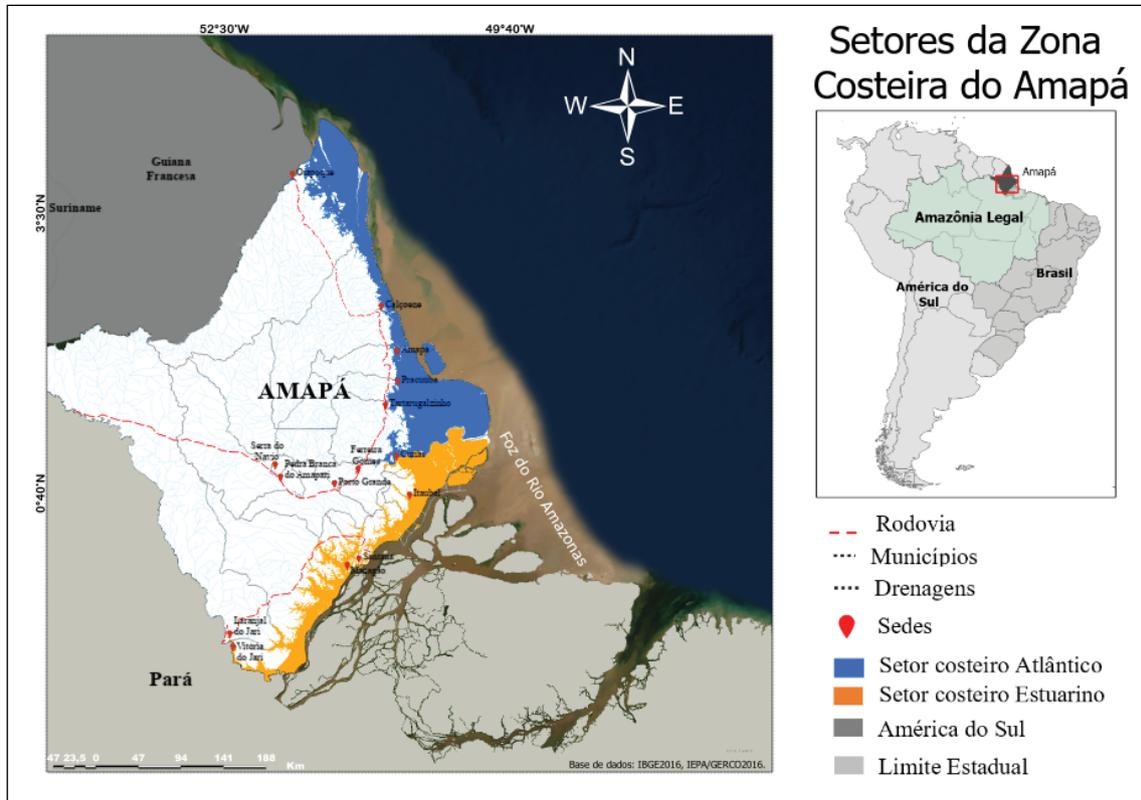
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento da Fisiografia no Alto Curso do Igarapé Braço

A área de estudo se localiza na Zona Costeira Amazônica Brasileira (ZCAB), que se encontra na faixa norte tropical da Zona Costeira Brasileira, possui grandes extensão territorial e complexidade (FREITAS, 2008) e é considerada patrimônio nacional pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). Seu espaço abrange os estados do Amapá, do Pará e do Maranhão e tem o rio Amazonas como principal contribuinte de água doce e de sedimentos, o que torna este um ambiente costeiro único, constituído por um complexo deltaico-estuarino, caracterizado pelo equilíbrio entre um vale afogado, durante o Quaternário, e uma enorme descarga de sedimentos (Figura 2) (SILVEIRA, 1998; PEREIRA, 2007; PEREIRA *et al.*, 2009).

No Amapá, a planície costeira possui uma extensão de cerca de 750 km entre as desembocaduras dos rios Oiapoque e Jarí, no extremo norte do Brasil (TORRES; EL-ROBRINI, 2006), e abriga uma diversidade de ambientes representada principalmente por manguezais e por florestas de várzea, associadas aos diques marginais dos principais rios que drenam a região e os campos inundáveis, associados as suas planícies de inundação.

Divide-se em dois setores: I- Setor costeiro estuarino; e II- Setor costeiro atlântico, e possui uma cobertura sedimentar cenozoica de largura variável, constituída por sedimentos do Terciário e por sedimentos fluviais e marinhos do Quaternário (BOAVENTURA; NARITA, 1974; SANTOS *et al.*, 2004).

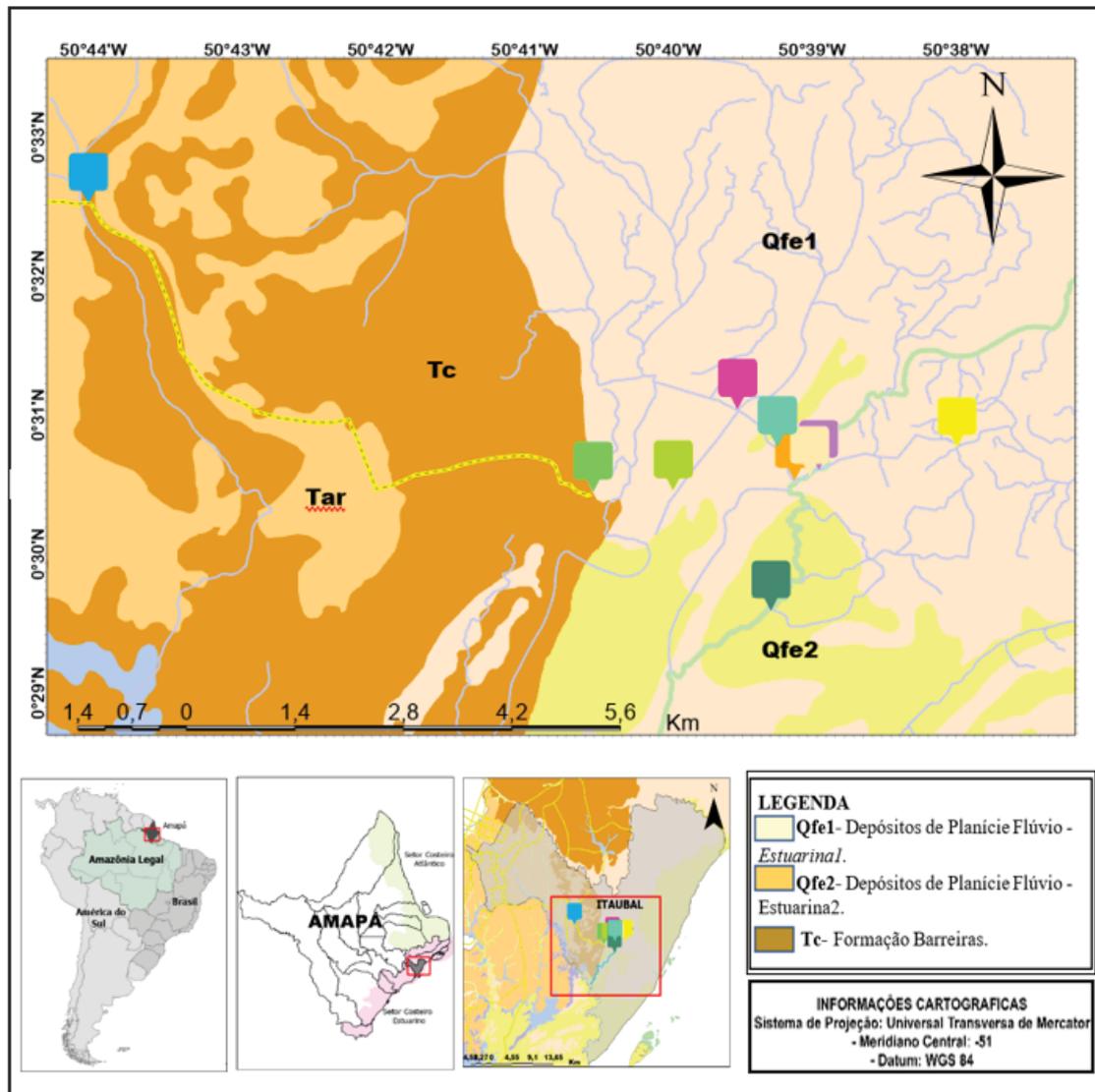


Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em IBGE (2016) e em IEPA (2016).

Figura 2. Setorização da zona costeira do Amapá.

Melo, Cavalcanti e Souza (2009) destacaram a localização do estado do Amapá, situado na região tropical, em torno da Linha do Equador, recebendo muita energia solar durante todo o ano, o que caracteriza o estado com um clima quente e úmido, sujeito a grandes variações sazonais no regime de precipitação, devido à migração anual da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

No aspecto geológico, Santos *et al.* (2004) classificou três unidades geológicas predominante na área de estudo: terrenos terciários, com formação de barreiras (Tc); de Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1); e de Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2) (Figura 3).

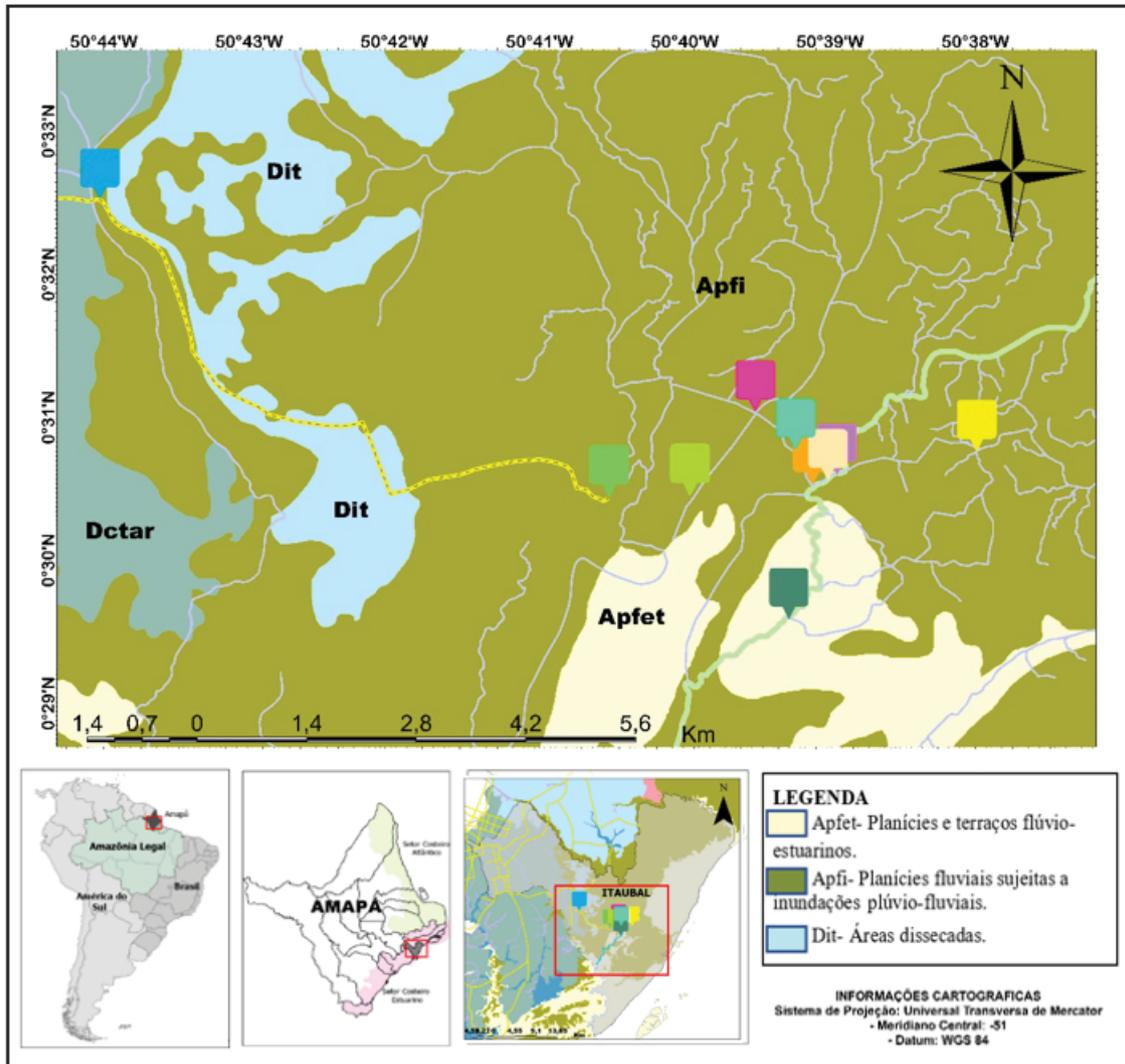


Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Santos *et al.* (2004).

Figura 3. Classificação geológica da área de estudo.

Na classificação da dinâmica geomorfológica descrita por Boaventura e Narita (1974), a área está dentro da Unidade Morfoestrutural Planícies Fluvio-marinhas Macapá-Oiapoque, delimitada como uma faixa de terrenos quaternários, que se estende da cidade de Macapá à foz do rio Oiapoque.

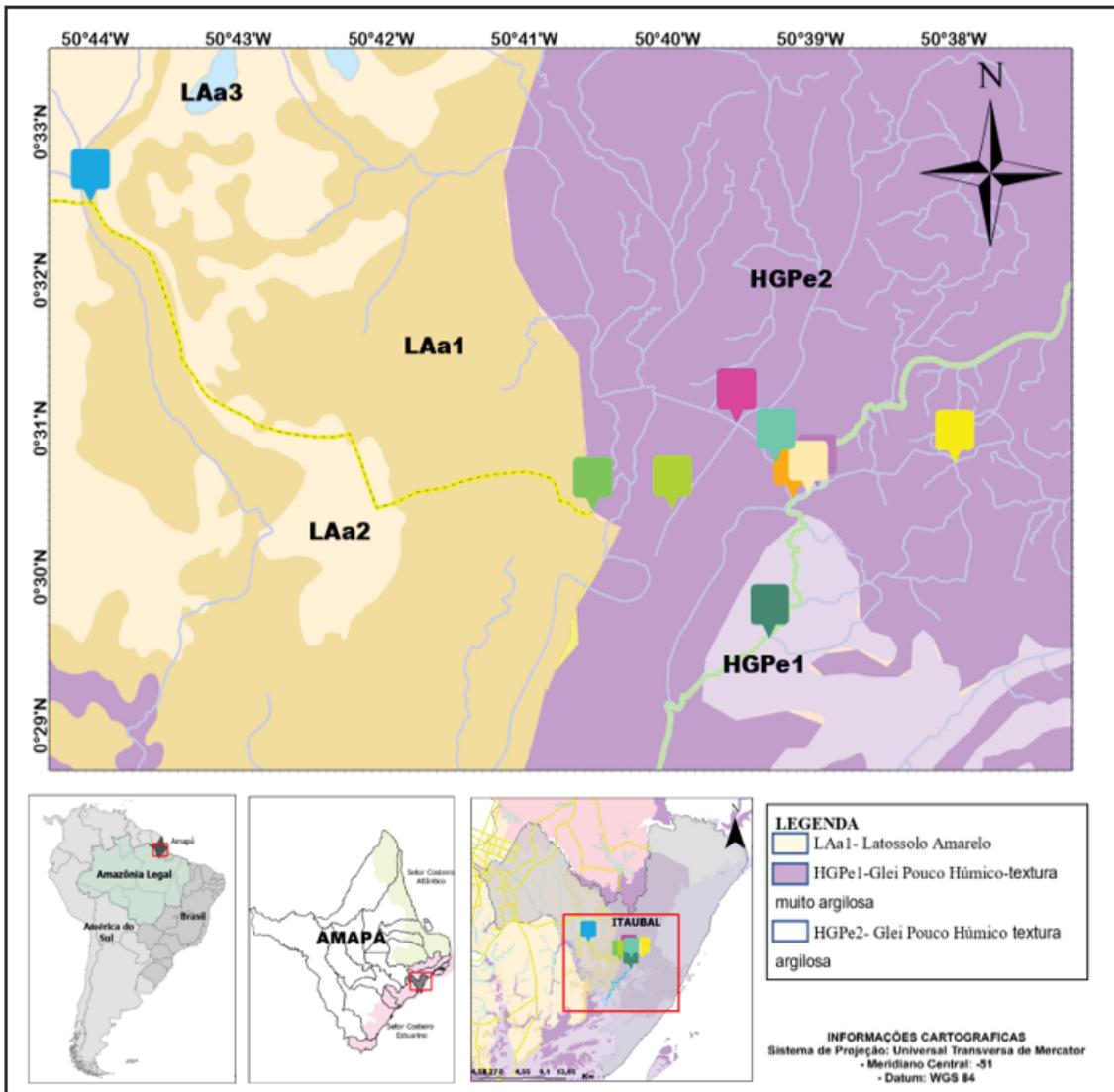
Nos mapas elaborados por Santos *et al.* (2004), identificou-se a presença de planícies e de terraços flúvio-estuarinos (Apefet) inundados diariamente e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés, de áreas de várzea e de planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), comportando meandros abandonados, com áreas sujeitas às marés de sizígia, e de áreas dissecadas (Dit), resultantes do aprofundamento de drenagem em relevos tabulares (Figura 4).



Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Santos *et al.* (2004).

Figura 4. Classificação geomorfológica da área de estudo.

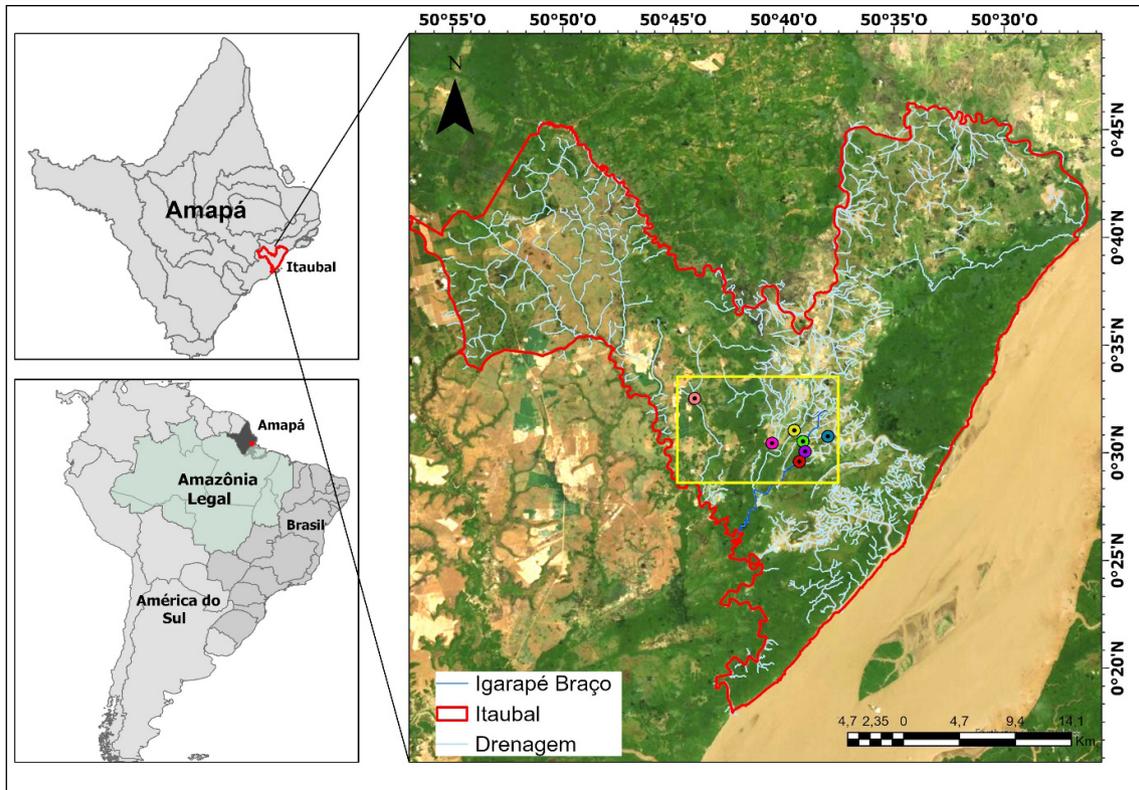
Com relação ao solo, a área apresenta dois tipos distintos: glei pouco húmico e latossolo amarelo (Figura 5). O primeiro é caracterizado por apresentar forte gleyzação, indicando intensa redução de ferro, durante seu desenvolvimento, ou condições de redução, devido à água estagnada, como se evidencia em suas cores básicas, que se aproximam do neutro, com ou sem mosqueados. O solo glei pouco húmico possui horizonte superficial orgânico mineral (ócrico), com menores teores de matéria orgânica (PERES *et al.*, 1974). Já os latossolos amarelos correspondem ao horizonte B da classificação americana, e apresentam evidências de um estágio avançado de intemperização. É um horizonte de subsuperfície alterada, com 30 cm de espessura ou mais (PERES *et al.*, 1974).



Fonte: Elaborado por Machado (2020), com base em Santos *et al.* (2004).

Figura 5. Classificação pedológica da área de estudo.

A rede de drenagem da área de estudo se encontra na Bacia Hidrográfica do Rio Macacoari (Figura 6), sendo um afluente do rio Macacoari, denominado Igarapé Braço. Os pontos levantados no inventário de geodiversidade se concentram na parte do alto curso deste igarapé.



Fonte: Elaborado por Machado (2021), com base em IEPA-ZEE (1997), SEMA, 2015, *Basemap* Google, 2020.

Figura 6. Drenagem da área de estudo.

Nas viagens de campo à área pesquisada, pode-se identificar que o Igarapé Braço está em uma extensão da planície costeira que é de natureza inundável, e que sofre transformações, devido à interferência das marés. Segundo Santos *et al.* (2004), o município de Itaubal possui processos de erosão bastante notáveis em seus trechos costeiros. As dinâmicas dos processos geomorfológicos ocasionam constantes mutações nestes cenários ambientais.

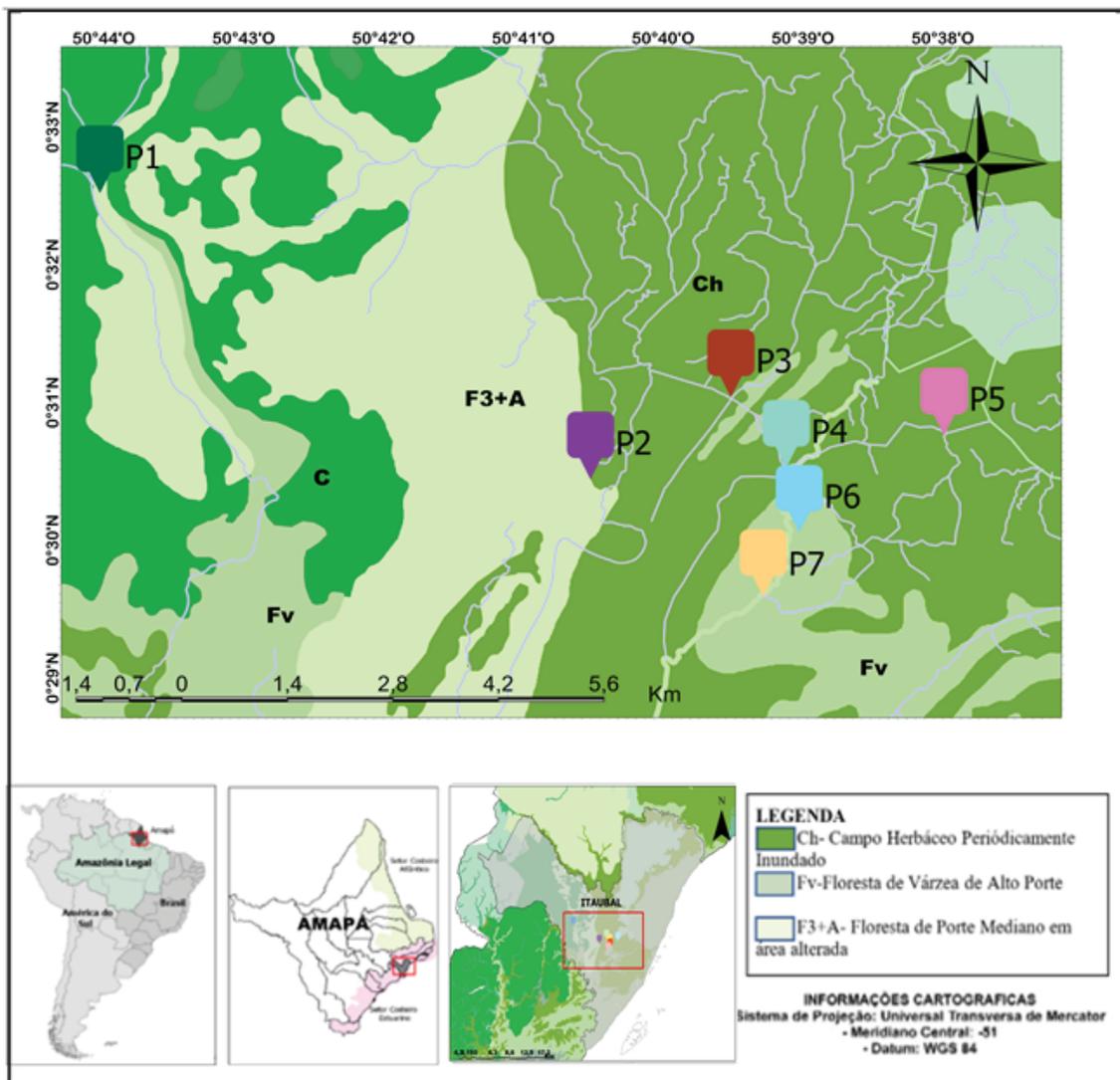
Processos de erosão, de transporte e de deposição ocasionaram modificações na drenagem da área, devido ao Igarapé Braço confluir com o Igarapé Novo. Com esta junção, a paisagem mudou em seus aspectos geomorfológico e hidrográfico, uma vez que as bacias dos rios Macacoari e Gurijuba também acabaram convergindo. Entre as mudanças identificadas, destacam-se:

- Drenagem (secamento) dos campos inundáveis;
- Alargamento e abertura de canais fluviais;
- Mudança no percurso do Igarapé Braço;
- Modificações na vazão e na maré.

Essas características, influenciadas pela modificação da drenagem, serão abordadas no próximo tópico como pontos de relevantes interesse geomorfológico, por representarem aspectos importantes no entendimento das dinâmicas da área e das formas de promover sua conservação ou, pelo menos, o monitoramento de suas modificações.

A cobertura vegetal da região compreende extensas áreas de pastagens naturais, tendo como dominância uma vegetação herbácea, com palmeiras e com árvores de grande porte. A maioria delas é influenciada pelas inundações em diferentes níveis (LEITE *et al.*, 1974).

Neto e Silva (2004) caracterizaram a vegetação em três tipos: Florestas de Várzea de Alto Porte, com Grande Frequência de Palmeiras (FV), que são ecossistemas energeticamente abertos, associados às planícies de inundações dos rios e dos igarapés; Campo Herbáceo Periodicamente Inundado (CH), que ocorre em toda a extensão das áreas de planícies inundáveis do setor estuarino; e Floresta de Porte Mediano (Mata Fina), com Espécies Emergentes Dispersas (F3+A), que são florestas secundárias, associadas a áreas de floresta de terra firme e de várzea, que foram desflorestadas ou queimadas (Figura 7).



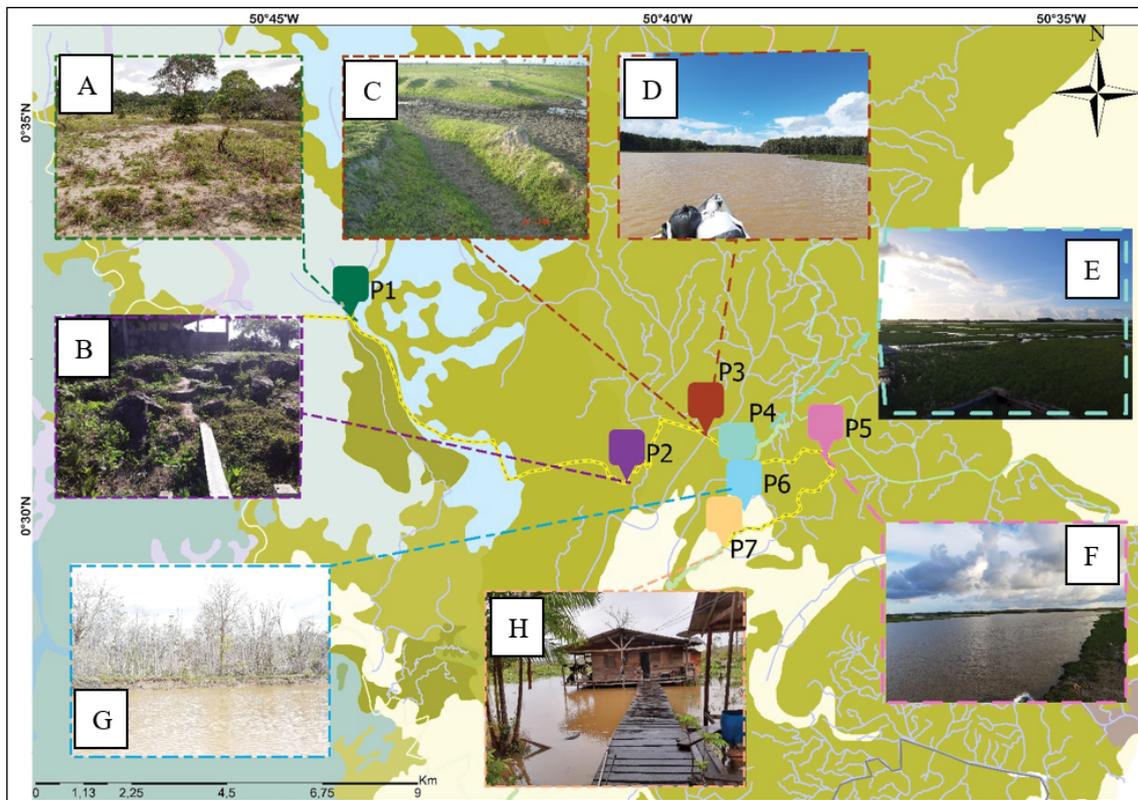
Fonte: Elaborado por Machado (2020), com base em Santos *et al.* (2004).

Figura 7. Classificação da vegetação da área de estudo.

Inventariação e caracterização dos Locais de Interesse Geomorfológico

Foram inventariados sete Locais de Interesse Geomorfológico em um percurso de aproximadamente 11 km (Figura 8). Para isso, levou-se em consideração os indicadores principais, conforme frisa a metodologia de Pereira (2006).

Os locais determinados são: Ponto 1- Sedimentos arenosos (Figura 8A); Ponto 2- Afloramento de arenito (Figura 8B); Ponto 3- Erosão e alargamento da drenagem (Figuras 8C e 8D); Ponto 4- Erosão e formação de ilhas (Figura 8E); Ponto 5- Confluência Igarapé Braço-Igarapé Novo (Figura 8F); Ponto 6- Floresta de várzea descaracterizada (Figura 8G); e Ponto 7- Formação de ilha no Retiro São Benedito (Figura 8H).



Fonte: Elaborado por Machado (2020), com base em Santos *et al.* (2004) e em dados de campo.

Figura 8. Locais de Interesse Geomorfológico inventariados.

Pela Zona Costeira ser um ambiente dinâmico, De Oliveira *et al.* (2017) citam dificuldades de gestão e de ordenamento territorial da área, dado o caráter contraditório das políticas públicas de governo, que, ao mesmo tempo que criam incentivos para reforçar a produtividade econômica na região, aprovam e liberam recursos para a implementação de programas de sustentabilidade ambiental na área.

Barbosa (2016) destacou um aspecto importante a se considerar, além dos indicadores de Pereira (2006): por meio dos conhecimentos dos aspectos geológicos, que descrevem a história da Terra, e geomorfológicos, que modelam o ambiente, turistas, visitantes e moradores locais passam a dar valor aos locais e, conseqüentemente, a praticar a educação ambiental.

Espírito Santo (2018) reforçou a contribuição da ciência geomorfológica nestes estudos, considerando a escala de manifestação espacial de uma forma de relevo como componente de um sítio da geodiversidade. Ou seja, a geodiversidade pode ser representada por unidades morfoestrutural, morfoescultural, morfológica, e, também, por processos e por formas semelhantes, como, por exemplo, a erosão.

Na caracterização dos LIG, entre os sete pontos inventariados, cinco tiveram a erosão como processo importante na modificação da paisagem geomorfológica, sendo que vários fatores foram determinantes para tal situação, como a vulnerabilidade da área e a ação de atividades antrópicas, como a bubalinocultura, o desmatamento etc., como veremos na caracterização dos pontos.

Caracterização do Ponto 1 (Sedimentos arenosos)

O primeiro ponto inventariado fica no início do roteiro, à 1,7 km da entrada do ramal, em uma propriedade privada. O Ponto 1 se destacou pela presença de um areal (denominação historicamente utilizada para as manchas de areia exposta), que, segundo Suertegaray (2012), ocorrem sobre unidades litológicas frágeis (depósitos arenosos), em áreas com baixas altitudes e declividades.

Quadro 3. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 1 (Sedimentos arenosos).

PONTO 1 - SEDIMENTOS ARENOSOS	
Localização geográfica (UTM)	50,7337851°W / 0,5420047°N
Tipo de local	Área, que demonstra um processo de arenização
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas pela Lei nº 12.651/2012, o “Novo Código Florestal Brasileiro”
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo, e, em seguida, ramal da Acapurana
Fragilidade e vulnerabilidade	Potencial de degradação dos solos, visto que há desenvolvimento de atividades, relativas ao cultivo de grãos e ao uso recreativo (balneário)
Estado de conservação	Área com estado de conservação parcialmente bom, pois, além de estar inserido em uma propriedade de cultivo de grãos, foi construída, pelo proprietário, uma pequena barragem no local, que interferiu no curso natural da drenagem. Além de se tratar de obra feita em uma Área de Preservação Permanente, percebeu-se que esta não conta com licenciamento ambiental
Unidade Geomorfológica	Transição entre Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi) e Áreas dissecadas (Dit)
Unidades geológicas	Formação Barreiras, associada aos terrenos terciários (Tc)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

O local foi classificado como área geomorfológica de interesse, porque, segundo Pereira (2006), inclui várias geoformas ou grupos de geoformas, caracterizando-se por obrigar movimentações, dentro da própria área, de modo a permitir observar os elementos em destaque. Além disso, o espaço possui atividades de cultivo de grãos e de recreação (como balneário) nas proximidades, embora o acesso a esta atividade seja restrito e ocorra somente mediante autorização de entrada.

A estrutura de balneário construída na área (Figura 9) não segue as recomendações estabelecidas pela Lei nº 12.651/2012, o “Novo Código Florestal Brasileiro”, que versa sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), as quais abrangem áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Observou-se que a estrutura em questão altera o curso natural da drenagem, além de não possuir licenciamento ambiental, representando uma preocupação à integridade do local.

De acordo com as referências levantadas, as características descritas por Santos *et al.* (2004a), esse ponto possui características da Formação Barreiras (Tc), que se condicionam ao relevo dissecado em interflúvios tabulares, apresentando-se como uma área com baixa densidade de drenagem e com sedimentos areno-argilosos (Tar) ocorrendo nas áreas do Planalto Costeiro.

No aspecto geomorfológico, essa área está caracterizada por planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi) e pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios, apresentando, ainda, tabuleiros costeiros de formas dissecadas em interflúvios tabulares (SANTOS *et al.*, 2004).

O solo é arenoso, com características de latossolos, e a vegetação observada em campo ocupa uma área mais plana, com uma floresta de transição entre cerrado e vegetação herbácea, de influência fluvial, dominada por buritis (*Mauritia* sp.), que pode ser bem adensada (buritizais) ou mais aberta (veredas) (COSTA-NETO, 2014).

O local apresenta atrativo turístico, por possuir uma área boa para recreação, com banho no Igarapé Mata-Fome, e tem potenciais científico e educacional, por possuir características geológicas e geomorfológicas que relatam um momento da história da Terra importante para o conhecimento dos públicos estudiantis, desde o ensino médio aos alunos de graduação e de pós-graduação.



Fonte: Acervo das autoras (2022).

Figura 9. Sedimentos arenosos que formam o areal (9A); e balneário construído sobre o Igarapé Mata-Fome (9B).

Caracterização do Ponto 2 (Afloramento de arenito)

O Ponto 2 está localizado à 8,39 km do ramal do Carmo, em propriedade privada. Foi identificada a presença de rochas lateríticas no limite entre a planície de maré e as áreas de campos inundáveis.

Quadro 4. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 2 (Afloramento de arenito).

PONTO 2 - AFLORAMENTO DE ARENITO	
Localização geográfica (UTM)	50,6753237°W / 0,5073935°N
Tipo de local	Local panorâmico de observação da geomorfologia costeira
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Sem proteção jurídica
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Atuação de processos erosivos e desenvolvimento de atividades pecuárias (bubalina, suína, equina e avicultura), com potencial de degradação
Estado de conservação	Área em bom estado de conservação natural, porém que sofre com pressão antrópica, por funcionar como um porto de embarque
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Associada aos terrenos terciários está a formação de barreira (Tc), que, na área, é constituída de sedimentos arenosos, com presença de uma carapaça laterítica ferruginosa
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

O local foi classificado como panorâmico, pois, segundo Pereira (2006), é um ponto de observação de um conjunto de geoformas de grande dimensão. No caso, o afloramento de arenito e a Planície Costeira Amazônica e seus processos, pelos quais podemos ter a compreensão do local de visualização e das geoformas que daí se observam.

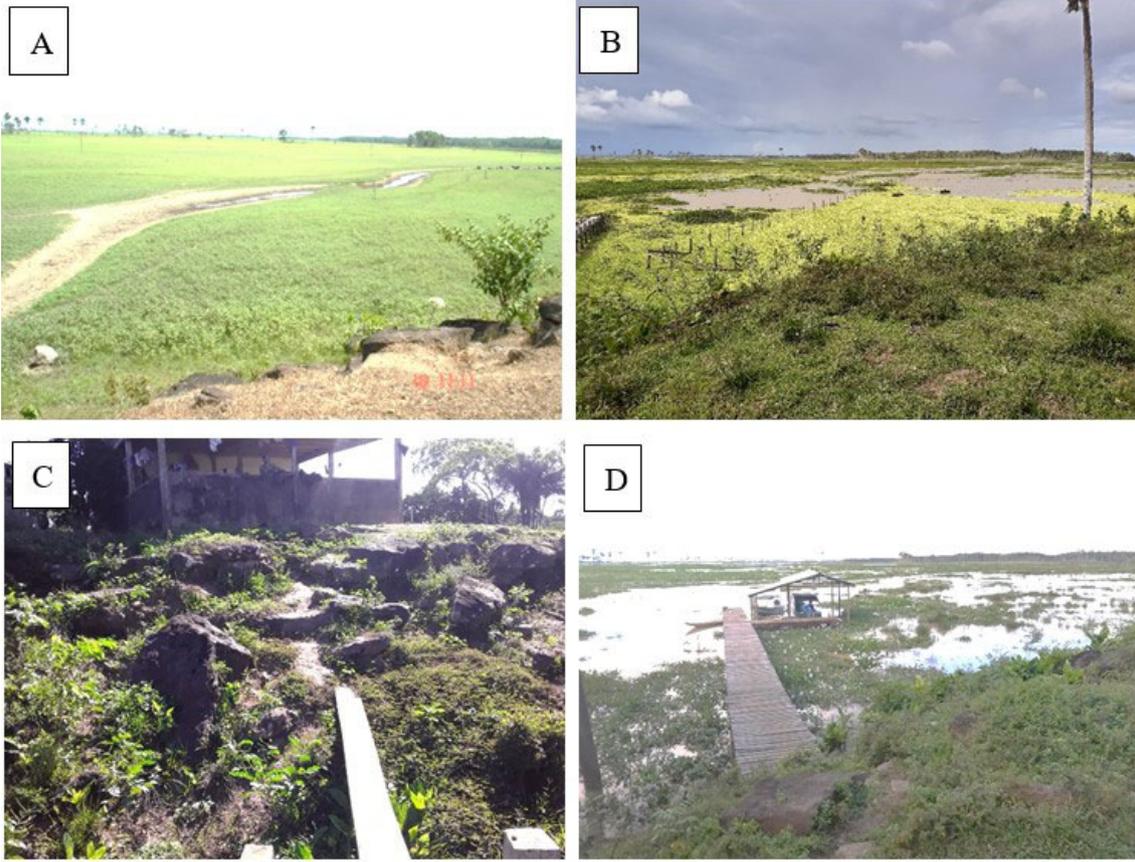
Possui atividades pecuárias, como criação de búfalo, de porcos, de aves (pato e galinha), além de animais domésticos, como cachorro, que podem afetar o LIG de forma negativa, já que não há nenhum tipo de manejo.

Nesse ponto se encontra a sede da fazenda, em que foi construída uma estrutura de madeira (Figura 10), que serve de porto de embarque e de desembarque para pequenos barcos de moradores de comunidades e de fazendas próximas ao local. A área próxima da casa também serve como ponto de estacionamento de carros.

A unidade geológica predominante na área do Ponto 2 está associada aos terrenos terciários e à Formação Barreira (Tc) (SANTOS *et al.*, 2004), sendo constituída de sedimentos arenosos, com presença de uma carapaça laterítica ferruginosa, e de seixos de tamanhos variados, com uma matriz arenosa de coloração esbranquiçada. Esta característica é bem destacada e pode ser observada no local (Figura 10C).

As unidades geomorfológicas deste LIG incluem a Planície Flúvio-Estuarina e os terraços do rio Amazonas, que se caracterizam como planícies fluviais sujeita a inundações plúvio-fluviais (Apfi) (SANTOS *et al.*, 2004), e pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios. A característica pedológica identificada foi o Latossolo Amarelo álico A (LAa1).

Este ponto foi considerado com potenciais atrativos turístico, científico e educacional, por possuir características geomorfológicas de fácil compreensão, que demonstram a diferença de dois ambientes da zona costeira estuarina do Amapá. Esta paisagem está ligada à transição entre o Terciário e o Quaternário, e passou por processos distintos de formação e de configuração, tornando-se um importante aspecto a ser estudado e conservado para públicos diversos, como estudantes de ensino médio, de graduação e de pós-graduação.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 10. Vista da área de planície costeira em sua configuração paisagística do ano de 2007, antes da influência da erosão (10A); vista da área de planície costeira em sua configuração paisagística atual, após a influência da erosão (10B); afloramento arenoso, com presença de carapaça laterítica ferruginosa (10C); e estrutura de porto construída no limite da planície costeira(10D).

Caracterização do Ponto 3 (Erosão e alargamento da drenagem)

Este ponto fica à 10,55 km do ramal do Carmo, em uma propriedade particular.

Quadro 5. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 3 (Erosão e alargamento da drenagem).

PONTO 3 - EROSÃO E ALARGAMENTO DA DRENAGEM	
Localização geográfica (UTM)	50,6585850°W / 0,5173280°N
Tipo de local	Área, com processos costeiros de erosão, que resultam em terraços
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)); par. 4º do art. 225 da CF/88; e Lei nº 7.661/1988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Este LIG se encontra submetido a constantes modificações, sejam elas de longo período, associadas à história geológica, sejam de curto período, relacionadas aos processos costeiros atuais, como correntes, ventos, presença do rio Amazonas, bem como à atuação de fatores antropogênicos, como a atividade da bubalinocultura, exercida de forma extensiva
Estado de conservação	LIG com estado de conservação natural bem modificado, devido à erosão. Esta área sofre grande pressão, por conta da criação de búfalos e dos processos erosivos intensos, decorrentes do fluxo de sedimentos do rio Amazonas, das correntes de maré etc.
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

O local foi classificado como Área, pois demonstra processos costeiros de erosão fluvial, que resultam em terraços, sendo localizado em propriedade particular com atividades pecuárias, como criação de búfalo, que, juntamente com as características naturais de fragilidade da planície, ocasionaram modificações drásticas na paisagem e na hidrografia locais.

A configuração da drenagem se destaca neste ponto, pois Machado (2007) já demonstrava preocupação com o risco da criação de búfalos na área, considerando que, segundo Primavesi (1999), esses animais andam em bandos e, muitas vezes, o peso deles acaba abrindo drenagens, que causam mudança nos cursos de rios, de lagos e de igarapés, causando, também, o assoreamento destes.

Santos (2006) subdividiu as modificações causadas pela bubalinocultura no município de Cutias em duas categorias: A- as induzidas pelo rebanho; e B- as induzidas pela ação antrópica. As ações dos búfalos, devido às características já citadas por Primavesi (1999), e dos seres humanos, que, além de fazer uma criação extensiva do animal, ou seja, sem manejo algum, ocasionam a abertura induzida de canais artificiais, com a finalidade de formar drenagens, a fim de facilitar o acesso a fazendas ou, mesmo, impedir processos erosionais em habitações, desviando as drenagens.

Inicialmente, os canais artificiais produzidos desta forma têm um metro de largura (o suficiente para passar uma canoa) e poucos metros de extensão. Feitas as valas, os processos naturais se encarregam de transformá-las em verdadeiras bacias.

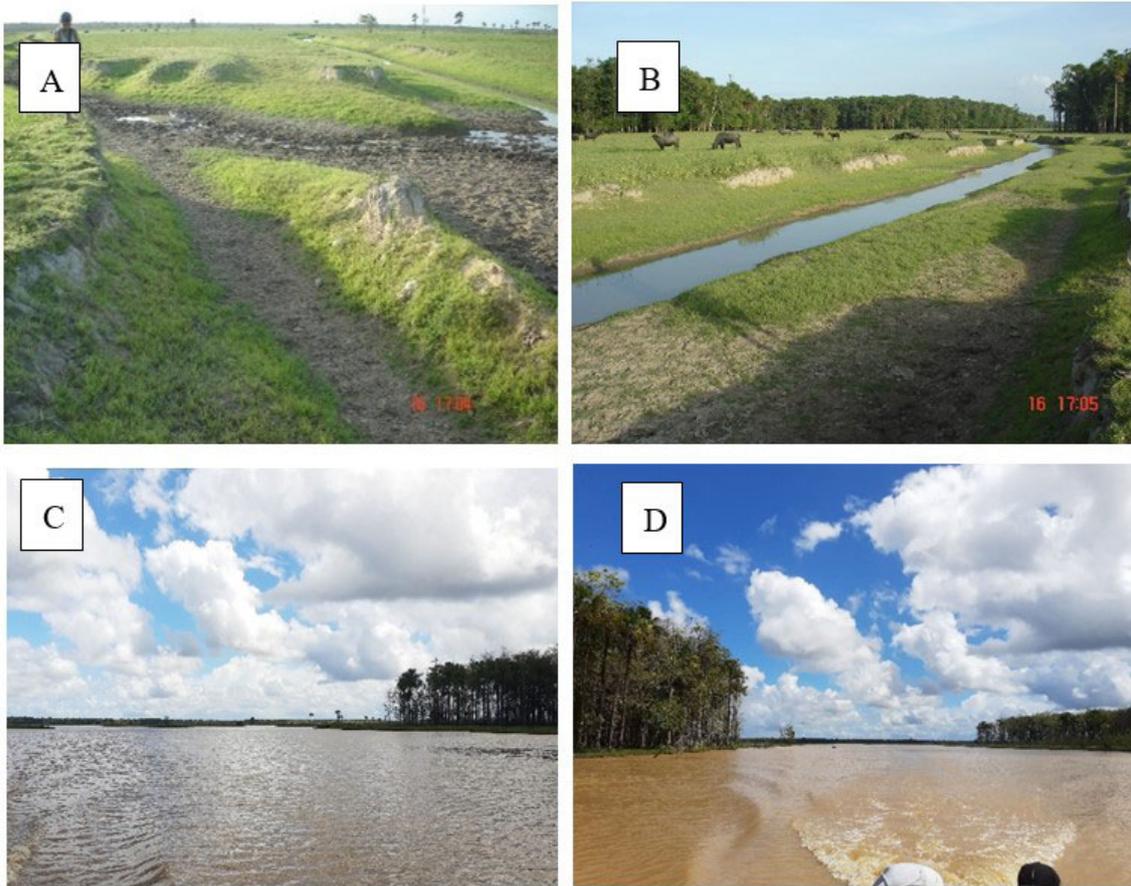
Tais modificações de drenagem ocorreram neste ponto, como pode ser observado na Figura 11, em que, no ano de 2007, havia um regime de maré diferente e o fluxo da drenagem obedecia a certa sazonalidade, tornando os campos inundáveis no período chuvoso e secos no período de estiagem. Nos dias atuais, o fluxo da drenagem se modificou e o regime diário de maré e o fluxo intenso de água na drenagem mantêm os campos permanentemente alagados, seja no período seco, seja no período chuvoso, como um banhado ou uma área de encharco.

A unidade geológica predominante na área do Ponto 3 é a do Depósito de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1), que ocorre principalmente no contato com a várzea, e sua maior faixa de exposição está situada às margens dos rios Araguari e Amazonas, em que pode atingir largura de aproximadamente 80 km. Esta unidade apresenta altitudes, variando de 3 m a 6 m.

A unidade geomorfológica, em que este LIG se configura é a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas, que Santos *et al.* (2004) caracterizam como planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), bem como os terraços nela elaborados.

A característica pedológica identificada por Santos e Tardin (2004) e por Peres *et al.* (1974) é a presença de solo gley pouco húmico (HGPe2) (solos hidromórficos indiscriminados) e de Plintosolo Tb álico A, com moderada textura argilosa, fase floresta equatorial subperenifólia (campinarana floresta) e relevo plano. Possui horizonte superficial orgânico mineral (ócrico), com menores teores em matéria orgânica

Este ponto foi considerado de potenciais atrativos científico, educacional e turístico, por demonstrar processos fluviais que modelam a paisagem da planície costeira. Trata-se de um elemento muito importante nos estudos geomorfológicos de diversos públicos, como alunos de graduação e de pós-graduação, incluindo pesquisadores geomorfológicos e professores da área das ciências da terra.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 11. Drenagem da planície de inundação no período seco, antes da influência da erosão (2007) (11A e 11B); e drenagem da planície de inundação no mesmo período seco, após a influência da erosão (2021) (11C e 11D).

Caracterização do Ponto 4 (Erosão e formação de ilhas)

Este ponto fica à 11,10 km do ramal do Carmo e abrange duas fazendas situadas na área. Ambas possuíam suas sedes às margens do Igarapé Braço e, devido à erosão, tiveram que mudar de local.

Quadro 6. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 4 (Erosão e formação de ilhas).

PONTO 4 - EROÇÃO DE CANAIS E FORMAÇÃO DE ILHAS	
Localização geográfica (UTM)	50,6519930°W / 0,5087910°N
Tipo de local	Área, com processos costeiros de erosão
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)); par. 4º do art. 225 da CF/88; e Lei nº 7.661/1988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Este LIG se encontra submetido a constantes modificações, sejam elas de longo período, associadas à história geológica, sejam de curto período, relacionadas aos processos costeiros atuais, como correntes, ventos, presença do rio Amazonas, bem como à atuação de fatores antropogênicos, como a atividade da bubalinocultura, exercida de forma extensiva
Estado de conservação	LIG com estado de conservação natural bem modificado, devido à erosão. Esta área sofre grande pressão, por conta da criação de búfalos e dos processos erosivos intensos, decorrentes do fluxo de sedimentos do rio Amazonas, das correntes de maré etc.
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

Nesse ponto, observam-se os processos fluviais, como erosão e avulsão fluvial, que ocorreram nos cursos hídricos, ocasionando remodelamentos na rede hidrográfica e na paisagem. Dentro de um período de 15 anos, conseguimos observar o alargamento da drenagem, e o seu aprofundamento, e mudanças no fluxo de maré e no balanço sedimentar, que ocasionaram forte erosão e formaram uma densa rede de drenagem, originando algumas ilhas, em função da evolução dos canais e da forte dinâmica das marés. Além da ação antrópica, a bubalinocultura e o desmatamento também influenciaram nestas modificações (Figura 12).

A unidade geológica predominante na área do Ponto 4 é a dos Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1), que ocorrem principalmente em contato com a várzea, e sua maior faixa de exposição está situada às margens dos rios Araguari e Amazonas, onde podem atingir larguras de aproximadamente 80 km. Apresentam altitudes, variando de 3 m a 6 m (BRASIL, 1974).

Já a unidade geomorfológica, em que este LIG se configura é a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas, que se caracterizam por planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), bem como pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios (SANTOS *et al.*, 2004).

A característica pedológica identificada por Santos e Tardin (2004) e por Peres *et al.* (1974) é a ocorrência de solos Gley pouco húmico (HGPe2) (solos hidromórficos indiscriminados) e de Plintosolo Tb Álico A, com textura argilosa moderada, fase floresta equatorial subperenifólia (campinarana floresta) e relevo plano. Possui horizonte superficial orgânico mineral (ótrico), com menores teores em matéria orgânica.

Seus potenciais educativo e científico estão em mostrar como um processo em uma área quaternária pode mudar toda uma paisagem e influenciar os sistemas ambiental e social.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 12. Drenagem do leito do Igarapé Braço, antes da influência da erosão (2007) (12A); e drenagem atual, com alargamento e com aprofundamento do leito, após influência da erosão (2021) (12B).

Caracterização do Ponto 5 (Confluência Igarapé Braço-Igarapé Novo)

Este ponto fica à 13,29 km do ramal do Carmo, nos limites de uma propriedade privada, e demonstra a confluência dos igarapés Novo e Braço.

Quadro 7. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 5 (Confluência Igarapé Braço-Igarapé Novo).

PONTO 5 - CONFLUÊNCIA IGARAPÉ BRAÇO-IGARAPÉ NOVO	
Localização geográfica (UTM)	50,6331715°W / 0,5127127°N
Tipo de local	Área, que demonstra processos de erosão fluvial e de avulsão
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)); par. 4º do art. 225 da CF/88; e Lei nº 7.661/1988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e por via fluvial pelo, Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Área vulnerável a processos erosivos, devido ao fluxo de maré e aos sedimentos do rio Amazonas
Estado de conservação	LIG modificada pela erosão
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

Talvez, esse ponto seja um dos mais destacados, por conta de todas as modificações ocorridas na paisagem e na rede de drenagem no alto curso do Igarapé Braço, devido ao processo de erosão regressiva, que, segundo Quaresma *et al.* (2017), é um tipo de erosão linear, que se propaga na direção das cabeceiras dos rios, na tentativa de estabelecer perfis de equilíbrio. Processo semelhante ocorreu no Igarapé Novo, causando a captura fluvial do Igarapé Braço. O Igarapé Novo possui o sentido sudeste/noroeste e é um afluente do rio Amazonas, enquanto o Igarapé Braço possui o sentido sudoeste/nordeste e é um afluente do rio Macacoari.

A erosão fluvial iniciada no Igarapé Novo transformou a rede de drenagem de alta densidade, abrindo vários canais (Figura 13), e um destes canais chegou ao alto curso do Igarapé Braço, acarretando uma modificação em todo o seu sistema fluvial. Nessa drenagem, durante o período de Inverno Amazônico, de janeiro a junho, os campos ficavam inundados e havia um sistema lacustre, que permanecia com água o ano todo. Após a erosão, as águas foram canalizadas e acabaram drenando os lagos existentes em seu entorno.

O início deste processo ainda é desconhecido, porém, além da suscetibilidade da área à erosão, existe a influência da ação das atividades humanas. Júnior e De Paula Barros (2020) destacam a influência do ser humano na dinâmica fluvial, por meio de ações diretas e indiretas. As ações diretas incluem barramentos, desvios ou retificações de cursos d'água, canalizações artificiais, entre outros, e as ações indiretas estão associadas principalmente a condições inadequadas de uso e de manejo do solo e à remoção/degradação da cobertura vegetal, gerando condições favoráveis ao surgimento de focos de erosão acelerada, que tendem a fornecer elevada carga sedimentar às calhas.

Entre as atividades destacadas pelos autores, podemos citar pelo menos três que contribuíram com as modificações na paisagem: a bubalinocultura, a canalização artificial e o desmatamento.

A unidade geológica predominante na área, em que se encontra o Ponto 4 é a dos Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1), que ocorrem principalmente em contato com a várzea, e sua maior faixa de exposição está situada às margens dos rios Araguari e Amazonas, em que pode atingir uma largura de aproximadamente 80 km e apresentam altitudes, variando de 3 m a 6 m (BRASIL, 1974).

A unidade geomorfológica deste ponto é a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas, que se caracterizam por planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), bem como pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios (SANTOS *et al.*, 2004).

A característica pedológica identificada por Santos e Tardin (2004) e por Peres *et al.* (1974) é a presença de solos Gley pouco húmico (HGPe2) (solos hidromórficos indiscriminados) e de Plintosolo Tb Álico A.

Seus potenciais educativo e científico estão em mostrar como processos hidrogeomorfológicos podem alterar um sistema fluvial e acarretar várias modificações ambientais e sociais.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 13. Abertura de canais, devido à erosão da cabeceira do Igarapé Novo (2014) (13A); e local exato da confluência entre os igarapés Novo e Braço (13B).

Caracterização do Ponto 6 (Floresta de várzea descaracteriza)

Esse ponto se localiza a aproximadamente 14 km do ramal do Carmo, e seu acesso se dá por via fluvial.

Quadro 8. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 6 (Floresta de várzea descaracterizada).

PONTO 6 - FLORESTA DE VÁRZEA DESCARACTERIZADA	
Localização geográfica (UTM)	50,6504267°W / 0,5009382°N
Tipo de local	Local panorâmico de observação da modificação na vegetação pela remodelagem fluvial
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 12.651/2012
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e por via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Transformações no habitat geraram mudanças importantes na composição e na estrutura da floresta; desmatamento
Estado de conservação	Esse LIG apresenta grande modificação na paisagem, com perda da vegetação de várzea
Unidade Geomorfológica	Planícies e terraços flúvio-estuarinos inundados diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés (Apefet), correspondendo às áreas de várzea
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), com sedimentos pelíticos (argila e silte) a silticos-arenosos de coloração cinzenta na base e amarelada no topo localizados em áreas de várzea. São influenciados diariamente pelas marés
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo e científico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

Como já citado por Neto e Silva (2004), a Floresta de Várzea de Alto Porte com Grande Frequência de Palmeiras (FV) consiste em ecossistemas energeticamente abertos, associados às planícies de inundação dos rios e dos igarapés, que apresentam uma estrutura exuberante, uma rica diversidade e um grande patrimônio genético, e estão submetidas a ciclos diários de enchentes e de vazantes pela água doce represada nas marés. Devido a esta dinâmica, uma grande quantidade de material sedimentar é carregada diariamente para estas áreas (ZEE, 1997).

O efeito da erosão fluvial neste LIG foi devastador pela quantidade de espécimes que sofreram tal impacto (Figura 14). Ainda não existe um estudo voltado a explicar o motivo de tal modificação, porém a perda da vegetação começou juntamente com a mudança da rede de drenagens, que acarretou a modificação do regime de marés. Antes da erosão, essa floresta ficava alagada durante seis meses e, após a erosão, o regime de marés passou a ser diurno.

Dessa forma, seria interessante um aprofundamento nos estudos sobre a gênese do problema, bem como sobre as consequências desta perda para a área, já que são várias árvores perdidas, que têm um papel importante na geodiversidade do local.

A unidades geológica da área foi classificada como Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), possuindo sedimentos pelíticos (argila e silte) a sílticos-arenosos, coloração cinzenta na base e amarelada no topo, com ocorrência em áreas de várzea, sendo diariamente influenciada pelas marés. Na questão geológica, Santos *et al.* (2004) identificaram a área como composta de Planícies e terraços flúvio-estuarinos (Apefet), inundados diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés.

Quanto às características do solo, Santos e Tardin (2004) definem a ocorrência de solos: Glei pouco húmico Ta Eutrófico A, moderado, de textura muito argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia higrófila de várzea e de manguezal e de relevo plano; e Aluviais Tb Álicos A, de textura argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia hidrófila de várzea e de relevo plano.

Seus potenciais educativo e científico estão na possibilidade de realizar estudos de análise multitemporal, para analisar as mudanças ocorridas na rede de drenagem e a influência destas sobre as modificações da vegetação.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 14. Vegetação em seu estado normal, antes da erosão (14A); e vegetação modificada pela erosão (14B).

Caracterização do Ponto 7 (Formação de ilha no Retiro São Benedito)

Quadro 9. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 7 (Formação de ilha no Retiro São Benedito).

PONTO 7 - Formação de ilha no Retiro São Benedito	
Localização geográfica (UTM)	50,6547163°W / 0,4931541°N
Tipo de local	Área, que demonstra processos costeiros de erosão e de formação de ilha
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)) e Lei nº 7.661/1988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e por via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Área suscetível à erosão e à formação de ilhas, com drenagem de lago
Estado de conservação	Esse LIG é uma área de lago drenada e formada em ilha fluvial
Unidade Geomorfológica	Planícies e terraços flúvio-estuarinos inundados diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés (Apefet), correspondendo às áreas de várzea
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), com sedimentos pelíticos (argila e silte) a silticos-arenosos de coloração cinzenta na base e amarelada no topo localizados em áreas de várzea. São influenciados diariamente pelas marés
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo e científico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

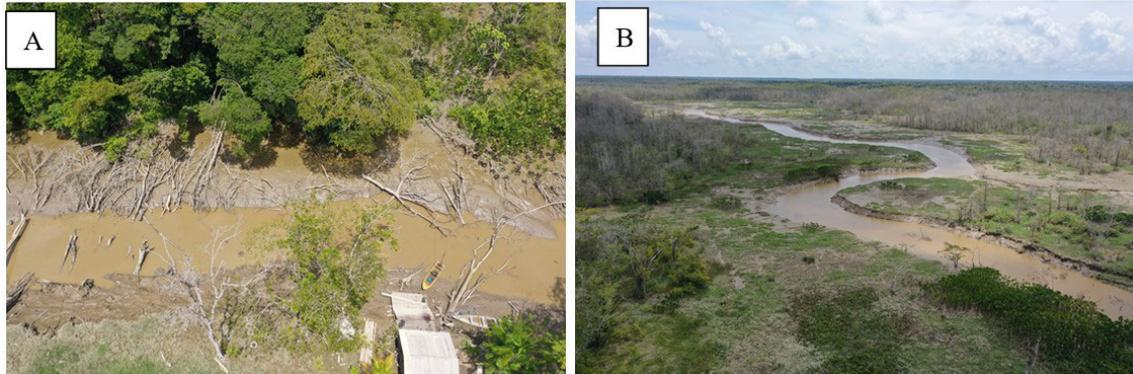
Nesse ponto, observam-se processos fluviais, como erosão e drenagem de um lago, que transformou tal espaço em uma ilha. O mesmo processo vem ocorrendo no Ponto 4, com mudanças no fluxo de maré e no balanço sedimentar, que ocasionaram forte erosão e formaram uma densa rede de drenagem, originando algumas ilhas, em função da evolução dos canais, devido à forte dinâmica das marés (SANTOS *et al.*, 2004). Ações antrópicas, como a bubalinocultura e o desmatamento, também influenciaram nesta modificação. No local de ocorrência de erosão fica a sede da fazenda São Benedito; esta, que bordejava este sistema lacustre, está hoje rodeado por drenagens (Figura 15).

As unidades geológicas da área foram classificadas como Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), possuem sedimentos pelíticos (argila e silte) a silticos-arenosos, de coloração cinzenta na base e amarelada no topo, aparecem em áreas de várzea e são influenciados diariamente pelas marés. Santos *et al.* (2004) identificaram a geologia da área como de Planícies e terraços flúvio-estuarinos (Apefet), diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) inundados pelas marés.

Quanto às características do solo, Santos e Tardin (2004) definem a ocorrência de solos: Glei pouco húmico Ta Eutrófico A, moderado, de textura muito argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia higrófila de várzea e de manguezal e de relevo plano;

e Aluviais Tb Álicos A, de textura argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia hidrófila de várzea e de relevo plano.

Seus potenciais educativo e científico estão em mostrar processos de erosão fluvial e de formação de ilhas.



Fonte: acervo das autoras.

Figura 15. Erosão das margens do Igarapé Braço, derrubando a vegetação (15A); e área de lago drenada por abertura de canal (15B)

CONCLUSÕES

A Zona Costeira é um patrimônio nacional, nos termos do § 4º do art. 225 da Constituição Federal de 1988, devendo sua ocupação e sua exploração se darem de modos ecologicamente sustentáveis. Contudo, esta região sofre com a atuação dos processos resultantes dos grandes ciclos da escala de tempo geológica (medida em milhões de anos), que esculpem lentamente as formas de relevo, bem como com a ação dos fenômenos de curtos intervalos de tempo (medidos em milhares a dezenas de anos), que modificam rapidamente a paisagem. Em alguns casos, os efeitos de ambos os ciclos são sentidos, durante a escala de vida humana. Em outras palavras, as áreas em foco neste texto apresentam processos dinâmicos e continuados, ao longo do tempo, ora construindo, ora destruindo suas formas de relevo.

A importância de se levantar a geodiversidade desta área está para além da tarefa de buscar a conservação dos Locais de Interesse Geomorfológico e a divulgação destes locais e dos seus valores, através de iniciativas educacionais; com efeito, estas geoformas que possuem elevados valores científico, cultural e essencialmente estético, e revelam grande atratividade turística, demonstrando, também, valor econômico.

O mapeamento destas formas se torna um elemento importante para a identificação e para a melhor compreensão dos fenômenos naturais, das suas interações e dos produtos resultantes, permitindo um melhor planejamento do uso e ocupação dos solos locais.

Nesse sentido, a compreensão dos processos atuais permitiria interpretar eventos registrados em depósitos fluviais antigos. Do mesmo modo, a compreensão do passado pode ser a chave para entender o futuro, logo a história de um sistema fluvial pode fornecer subsídios para a compreensão das características naturais de um curso d'água e, dessa forma, servir como referencial para avaliações, para restaurações e para previsões.

REFERÊNCIAS

- AMAPÁ. Governo do Estado do Amapá. **Lei Estadual nº 188**, de 19 de dezembro de 1994. Institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro - PEGC, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Macapá, n. 0974, 20 dez. 1994. Disponível em: <<http://www.al.ap.gov.br/lei0188.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2021.
- ANDRADE, M. *et al.* Estado Da Arte da Geodiversidade Da Amazônia Legal. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, n. 1, p. 380-405, 2021. DOI: <<https://doi.org/https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i1.p380-405>>.
- ANDRASANU, A. **Basic concepts in Geoconservation**. Mesozoic and Cenozoic vertebrates and paleoenvironments – Tributs to the career of Dan Grigorescu. [S. l.]: Ed. ARS Docendi, 2006. p. 37-41.
- BARBOSA, E. N.; MENESES, L. F.; CAVALCANTE, M. B. Um olhar sobre a Geodiversidade do Parque Estadual da Pedra da Boca (PE/PB). **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, n. esp., 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10593>>. Acesso em 21 nov. 2021.
- BOAVENTURA, F. M. C.; NARITA, C. **Geomorfologia da Folha Brasil**. Projeto RADAM. Folha NA. NB. 22 Macapá. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6)
- BOURAOUI, F.; GRIZZETTI, B. Modelling mitigation options to reduce diffuse nitrogen water pollution from agriculture. **Science of The Total Environment**, v. 468-469, n. 15, p. 1267-1277, 2014.
- BRASIL. **Constituição Federal do Brasil**. Brasília: [s. n.], 1988.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB 22 - **Macapá**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6)
- BRASIL. **Lei nº 12.651/2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: [s. n.], 2012.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Viseu: Palimage Editores, 2005. 183 p.
- CARVALHO, I. P. *et al.* Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico: Identificação de Possíveis Geomorfossítios no Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. livro Geografia Física e as Mudanças Globais. *In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, Fortaleza, Ceará, 11 a 15 de junho, 2019. Anais [...]. Fortaleza, 2019.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.
- COSTA-NETO, S. V. **Fitofisionomia e florística de savanas do Amapá**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.
- DANTAS, M. E. *et al.* Geodiversidade e Análise da Paisagem: uma abordagem teórico-metodológica. **Terra e Didática**, v. 11, n. 1, 2015.
- DE OLIVEIRA, F. P. *et al.* Percepção dos extrativistas estuarino-costeiros sobre as práticas e os impactos socioambientais nos manguezais do Nordeste paraense, costa amazônica

brasileira. **Educamazônia** - Educação, Sociedade e Meio Ambiente, v. 18, p. 73-104, 2017.
DE SOUZA, E. B.; CUNHA, A. C. Climatologia de Precipitação no Amapá e mecanismos climáticos de grande escala. *In*: CUNHA, A. C.; DE SOUZA, E. B.; CUNHA, H. F. A. (Coord.). **Tempo, Clima e Recursos Hídricos**: Resultados do projeto REMETAP no estado do Amapá. Macapá: IEPA, 2010. p. 177-195.

ESPÍRITO SANTO, C. M. **Geoconservação no estado do Amapá**: uma contribuição metodológica do “valor de conservação do solo” para a avaliação da geodiversidade no médio curso do rio Araguari. 2018. 190f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

ESPÍRITO SANTO, C. M.; GUERRA, A. J. T.; SZLAFSZTEIN, C. F. Geodiversidade no médio curso do rio Araguari, Município de Ferreira Gomes -Estado do Amapá. *In*: **WORKSHOP ARTE & CIÊNCIA: REFLEXÃO INTEGRADA NO PERCURSO HISTÓRICO DA PAISAGEM**, 1., 2017, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro, UFRJ, 2017.

ESPÍRITO SANTO, C. M. *et al.* Perspectivas sobre a valorização da Geodiversidade e a Geoconservação na Amazônia. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 22, n. 82, p. 273-291, 2021. DOI: 10.14393/RCG228256036. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/56036>>. Acesso em: 3 nov. 2021.

FREITAS, M. A. P. **Zona Costeira e Meio Ambiente**: aspectos jurídicos. Curitiba: Juruá, 2008.

GRAY, M. **Geodiversity**. Valuing and conserving abiotic nature. Sussex: John Wiley & Sons, 2004. 434 p.

GRAY, M.; GORDON, J. E.; BROWN, E. J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrate environmental management. **Proceedings of the geologist’s association**, v. 124, p. 659-673, 2013.

JOÃO, X. S. J.; TEIXEIRA, S. G. (Org.). **Geodiversidade do estado do Amapá**. Belém: CPRM, 2016. 138 p.

JÚNIOR, A. P. M.; DE PAULA BARROS, L. F. **Hidrogeomorfologia**: Formas, processos e registros sedimentares fluviais. [S. l.]: Bertrand Brasil, 2020.

LEITE, P. F.; VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. Vegetação. *In*: PROJETO RADAM, Folha NA/NB 22 **Macapá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial de terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6)

LIMA, M. I. C. *et al.* Geologia. Projeto RADAM. Folha NA/NB. 22-**Macapá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. p. I/3-II/120. (Levantamentos de recursos naturais, n. 6)

LOPES, M. N. G. **Aspectos regionais da variabilidade de precipitação no Estado do Pará**: estudo observacional e modelagem climática em alta resolução. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

MACHADO D. S. **Impactos Ambientais da Atividade de Bubalinocultura**: Um Estudo de Caso do Distrito de Carmo do Macacoari - Itaubal- Ap. 2007. Monografia (Curso de

- Tecnologia em Gestão Ambiental) – Faculdade de Macapá (FAMA), Macapá, 2007.
- MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. F. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. *In*: CAVALCANTI, I. F. A. *et al.* (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 25-42.
- NETO, S. V. C.; SILVA M. S. **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 5. p. 71-100. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Patrimônio Geomorfológico: Conceitos e Aplicações. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, v. 4, n. 1, p. 73-86, 2014.
- PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods, and example of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, 2001.
- PEREIRA, L. C. C. A Zona Costeira Amazônica Brasileira: limite e características. *In*: 59ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, Belém, PA - julho/2007. **Anais [...]**. Belém, jul. 2007.
- PEREIRA, L. C. C. *et al.* A zona costeira amazônica brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, p. 3-7, 2009.
- PEREIRA, P. **Patrimônio Geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006. 370f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade do Minho, Braga, 2006.
- PEREIRA, P. *et al.* Vulnerabilidade em patrimônio geomorfológico não protegido: o caso do geossítio “Vale do Alto Vez” (Serra da Peneda). *In*: VI CONGRESSO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Coimbra, 2013. **Atas/Proceedings [...]**. Coimbra, 2013. ISBN 978-989-96462-4-7
- PEREIRA, P.; PEREIRA, D.; ALVES, M. Avaliação do patrimônio geomorfológico: proposta de metodologia. Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Lisboa, **APgeom**, v. V, p. 235-247, 2007.
- PERES, R. N.; SERRUYA, N. M.; VIEIRA, L, S. Levantamento Exploratório de solos. Projeto RADAM. Folha NA. NB. 22 **Macapá**. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6).
- PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico de Pastagens**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1999.
- QUARESMA, C. C. *et al.* Erosão remontante em cabeceiras de drenagem e ação antrópica: o caso do córrego Santa Cruzinha, afluente do rio Santo Anastácio–oeste do estado de São Paulo. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 7162-7174, 2017.
- RABELO, T. O. **Geodiversidade em ambientes costeiros**: discussões e aplicações no setor sudeste da Ilha do Maranhão, MA-Brasil. 2018. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- SANTOS, V. F. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 2. p. 05-29. 1 CD-ROM.

- SANTOS, V. F. *et al.* Dinâmica Geomorfológica. *In:* SANTOS, V. F. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 3. p. 30-56. 1 CD-ROM.
- SANTOS, V. F.; MENDES, A. C.; DA SILVEIRA, O. F. M. **Atlas de Sensibilidade Ambiental a derrame de óleo para a bacia marítima da foz do Amazonas**. [S. l.]: MMA/PETROBRAS, 2016. p 1-106.
- SANTOS, V. F.; TARDIN, A. T. Tipologia de Solos. *In:* SANTOS, V. F. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 4. p. 57-70. 1 CD-ROM.
- SILVA, J. P. **Avaliação da Diversidade de padrões de canais fluviais e da geodiversidade na Amazônia** – aplicação e discussão na bacia hidrográfica do Rio Xingu. 2012. 298f. Tese (Doutorado em Geociências) – Departamento de Geociências, USP, São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-22022013-104907/en.php>>. Acesso em: 03 mar. 16.
- SILVEIRA, O. F. M. **A Planície costeira do Amapá: dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias**. 1998. 215f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.
- STANLEY, M. Welcome to the 21st century. **Geodiversity Update**, v. 1, p. 1-8, 2001.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Erosão nos campos sulinos: arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, 2012.
- TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Amapá. *In:* MUEHE, D. (Org.). **Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p 11-40.
- TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M.; COSTA, W. J. P. Panorama da erosão costeira - Amapá. *In:* MUEHE, D. (ed.). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. 2. ed. [S. l.]: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 761.
- ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO. **Primeira aproximação do zoneamento ecológico econômico do Amapá**. Representação escala 1/1.000.000. Versão simplificada. Macapá: IEPA-ZEE, 1997. 106 p. (Relatório Final)