



GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ: POTENCIALIDADES ABIÓTICAS SOBRE A ÓTICA GEÓGRAFICA

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas ¹

Maria Rita Vidal ²

RESUMO

Objetiva-se apresentar o panorama geral do potencial contido no geopatrimônio do estado do Pará-Brasil e sua importância para a proteção e conservação dos serviços ecossistêmicos. Através da revisão bibliográfica relacionou-se o geopatrimônio do Pará por meio integrativo dos componentes do patrimônio climático, hidrológico, geológico, geomorfológico e pedológico. Como resultados reuniu-se os atributos de paisagens por meio da estrutura geodiversa possibilitando a compreensão do quadro natural encontrado no estado do Pará, onde as bacias hidrográficas do rio Amazonas, Tocantins, Xingu e Tapajós, Trombetas-Nhamundá, Paru-Jari, etc bem como as estruturas litológicas como os crátons e cinturões orogênicos representados por cinco domínio geológicas, treze unidades geomorfológica, oito classes pedológicas. A complexa relação estabelecida pelos elementos abióticos interligados as relações geoecológicas revelam um mosaico de paisagens naturais ainda pouco estudadas, sendo as áreas de interesses metalogênicas e as terras territorialmente protegidas as que detém pesquisas mais sistemáticas.

Palavras-chave: Amazônia, Geossistemas, Cartografia, Geopatrimônio.

RESUMEN

El objetivo es presentar un panorama general del potencial del patrimonio geológico del estado de Pará, Brasil, y su importancia para la protección y conservación de los servicios ecossistémicos. A través de una revisión bibliográfica, se relacionó el patrimonio geológico de Pará mediante un enfoque integrador de los componentes del patrimonio climático, hidrológico, geológico, geomorfológico y pedológico. Los resultados demuestran la combinación de atributos paisajísticos a través de la estructura geodiversa, lo que permite comprender el paisaje natural del estado de Pará, incluyendo las cuencas de los ríos Amazonas, Tocantins, Xingu y Tapajós, Trombetas-Nhamundá, Paru-Jari y otras cuencas fluviales, así como estructuras litológicas como cratones y cinturones orogénicos, representados por cinco dominios geológicos, trece unidades geomorfológicas y ocho clases pedológicas. La compleja relación que establecen los elementos abióticos interconectados con las relaciones geoecológicas revela un mosaico de paisajes naturales aún poco estudiados, siendo las áreas de interés metalogénico y las tierras territorialmente protegidas las que han recibido una investigación más sistemática.

Palabras clave: Amazonas, Geosistemas, Cartografia, Geopatrimônio.

¹ Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo - USP, coordenador do PPGG Geografia Unifesspa, abraaolevi@unifesspa.edu.br;

² Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Ceará- UF, ritavidal@unifesspa.edu.br



INTRODUÇÃO

As paisagens físicas compreendidas como a síntese dos aspectos físicos da natureza, como os climas, as redes e bacias de drenagens, a estrutura litológica semirrígida da crosta terrestre sobre o invólucro das geoformas é o conceito chave no entendimento das relações ocorrida dentro dos processos e dinâmicas dos geossistemas, aí encontra-se a motivação para a proteção do geopatrimônio a fim de apoiar a manutenção dos processos naturais Kozowski (2004).

Partirmos do pressuposto que o geopatrimônio é o conjunto, de valor extraordinário e/ou excepcional, da geodiversidade encontrada na superfície planetária e, que pode ser atribuído um valor científico, cultural, econômicos, educacional, associada a uma escala geográfica compreendida por sua extensão Papadopoulou et al (2022), a escala temporal associada ao passado, presente, futuro e aos processos geológicos/geomorfológicos por meios dos movimentos tectônicos e dinâmica da geomorfogênese, são características físicas herdadas dos processos telúricos como apontam bem revela os trabalhos de Brilha (2021; 2018; 2016; 2005), Claudino-Sales (2021), Reynard et al (2016) convergindo para a necessidade de se realizar a gestão territorial para fins de proteção e preservação Sharples (1993); Stanley (2000); Reynard e Brilha, 2018.

METODOLOGIA

O presente estudo segue os aspectos metodológicos de Claudino-Sales (2021), da qual os estudos de geodiversidade devem incorporar as dimensões do patrimônio climatológico, patrimônio geológico, geomorfológico, pedogeopatrimônio, patrimônio hidrológico, as referências bibliográficas visitadas foram extraídas das bases Scielo, Sciencedirect, SpringerLink, etc, o banco de dados e informações ambientais BDIA-IBGE Brasil (2023), na escala de 1:250000 do Brasil, sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil – GeoSGB, Comissão brasileira de sítios geológicos e paleobiológico (SIGEP), site do USGS/EarthExplorer para as imagens de satélite.

A complexa relação estabelecida pelos elementos abióticos interligados as relações geológicas revelam um mosaico de paisagens naturais ainda pouco estudada no estado do Pará. As áreas de interesses metalogênicas e as áreas territorialmente protegidas são as que detém, a maioria, de pesquisas sistemáticas.

A riqueza da geodiversidade do estado do Pará foi apresentada pela primeira por João, Texeira e Fonseca (2013), a obra buscou demonstrar aspectos geológicos, geomorfológico e pedológico, revelando que há muito o que fazer para compreender a complexidade dessas paisagens, a seguir apresenta-se o fluxograma da presente seção, figura 1.

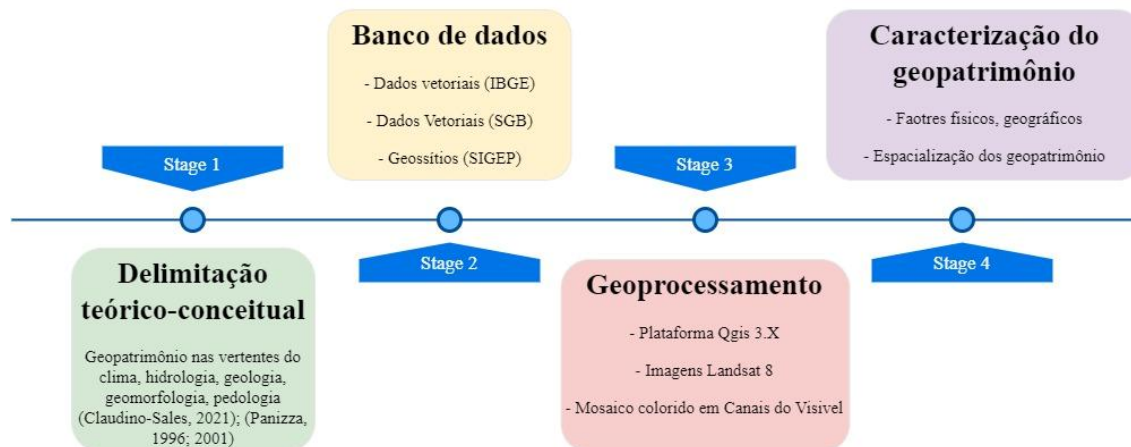


Figura 1 – esquema teórico-metodológico da pesquisa

Fonte: Autores, 2024

Atualmente, os estudos de geodiversidade do estado do Pará encontram-se estruturados em duas frentes, que se complementam, de uma parte temos estudos que realizam a caracterização em áreas específicas como os que buscam quantificar o potencial da geodiversidade (SILVA et al., 2013; MASCARENHAS, VIDAL, 2019; SANTOS, MASCARENHAS, VIDAL, 2024) e os estudos que focam em sistematizar as pesquisas, principalmente, os trabalhos de Andrade, Santo e Lopes (2021) e Andrade et al., 2021. A presente seção, segue uma abordagem exploratória das dimensões da geodiversidade, imprimindo visões sistêmicas dos aspectos integrados da paisagem natural apontando a urgência de estudos sistemáticos que contribuam com a proteção do geopatrimônio estadual.

REFERENCIAL TEÓRICO

O sistema Terra-Atmosfera sobre o regime dos fluxos de radiação dinamiza os complexos territoriais naturais por meio da absorção diferencial e parcial da energia gerada pelos elementos da teledetecção (interação radiação solar e camadas atmosféricas), aspectos já demonstrado na Ecodinâmica de Tricart (1977), nos processos exógenos na forma dos relevos interpretados por Büdel (1973) na sua teoria Climatogênica em geomorfologia e nos conceitos, clássicos, de Mescerjakov (1968) ancorados nas ideias de zonalidade geográfica para definir feições de relevo por meio de ações pretéritas e atuais contidas nas morfoestruturas e morfoesculturas da crosta terrestre.



Assim os tipos climáticos revelam o balanço energético produtores de massas de ar que dependendo da origem de formação assumem tempos meteorológicos importante em toda superfície do globo Barry e Chorley (1972), para as diversas formas de intemperismos, principalmente nas zonas tropicais, têm-se as precipitações e os ventos que completam os drives que entalham e dinamizam as morfoestruturas (feições geomórficas) revelando espetaculares geoformas poligênicas.

Mais recentemente as mudanças climatológicos e fisiográficas são os pontos de partidas das análises das paisagens tropicais Gupta (2011; 1993), o entendimento da origem das paisagens físicas bem como a compreensão da estrutura, processos, dinâmicas e formas dos elementos da geodiversidade ainda estão por se iniciar, contudo aspectos da geodiversidade aparecem como elementos precípuos da gestão ambiental, por meio das diferenças formações geológicas, processos (Neo)tectônicos, variações nos tempos e clima, auxiliam na gênese dos relevos e dos solos demonstram os mecanismos responsáveis pela diferenciação da cobertura vegetal nos trópicos.

A predominância de rochas sedimentares, metassedimentares e metavulcânicas sedimentares revelam as distintas fases da organização estrutural ocorrida por todo o Fanerozóico sendo as redes de drenagens as paisagens mais representativas a exemplo das bacias Amazônica, Tocantins-Araguaia, Xingu e Tapajós com seus mega ambientes deposicionais de origem fluviais e lacustres. Geoformas revelam condições ambientais impressas na morfoestrutura durante toda a fase de retrabalhamento do relevo paraense.

De forma geral, Dantas e Teixeira (2013) pontuam que as origens das paisagens paraenses estiveram estritamente associadas a eventos climáticos e morfotectônicos, Mascarenhas, Santos, Vidal (2024) pontuam que o mosaico de geodiversidade em ambientes cársticos, geomofromas provenientes das falhas e/ou de retrabalhamentos fluviais, vertentes, geoformas aguçadas, geoformas tabulares com recobrimentos em lateritas, etc são um rico patrimônio geológico/geomorfológico com grande potencial de conservação.

Características da estrutura interna do solo, como estrutura, cor, textura, consistência, cerosidade, profundidade transição entre os diferentes horizontes, associados as reações físicas e/ou químicas, ou seja, toda a estrutura pedológica caracterizada por Ma et al., (2017) são essenciais para compreender a edafodiversidade e, como estes elementos influenciam processos de uso e ocupação do solo, distribuição de flora e fauna, auxiliando no controle de fluxos hidrosedimentares, além da complexas relações no desenvolvimento das paisagens como as já apresentadas por Zinck (2023) quando apontada que o desenvolvimento solo influência na evolução da paisagem; Ibáñez e Brevik (2023) com sua visão de diversidade de solo associada



as diversidade dos patrimônios geológico; Queiroz Neto (2000) na dimensão pedológica de equilíbrio nos processos erosivos; Rubia et al., (2019) apontando as questões dos solos e as mudanças climáticas no quaternário e por fim Ibáñez e Bockheim (2013) para os solo como patrimônio natural e cultura.

A descrição dos perfis, morfologias, texturas e componentes minerais das principais características dos solos do estado, foram baseados em Pará, 2010; Embrapa, 2016; 2018; 2023, de forma geral a pedoesfera, por meio dos geomateriais (miríades de minerais), fornece os serviços ecossistêmicos e geossistêmicos da geodiversidade resguardando aspectos da sustentabilidade nas atividades minerais, na agricultura e nos agrossistemas (GRAY, 2021; BRILHA et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Climas e o geopatrimônio hidrogeológico e sua relação com o geopatrimônio

Pode-se dividir o clima do Pará por meio quatro zonas climáticas, associada diretamente com o padrão de circulação atmosférico e dos padrões de distribuição de temperatura e umidade, assim é possível distinguir a zona Equatorial, Zona Tropical do Brasil central e a Tropical equatorial e a Zona Costeira (BRASIL, 2002).

A diversidade de tipos de rochas, as extensas redes de drenagem e cobertura florestal forma um conjunto fisiográfico capaz de diferenciar os parâmetros de turbidez, a quantidade de sólidos em suspensão e consequentemente na liminologia dos rios, esse patrimônio hídrico vem sendo negligenciado pelas políticas públicas, das quais concentram-se nos temas de navegação e geração de energia.

A densa rede hidrográfica do estado do Pará pode ser aglutinada nos megassistemas fluviais do Rio Amazonas, Rio Tocantins-Araguaia, Rio Xingu-Iriri, Rio Tapajós e na porção extremo norte do estado os megassistemas Trombetas-Nhamundá e Rio Jari-Paru como rico patrimônio geológico com corredeiras, terraços que são modelados desde o neogeno-quaternário e que delimitam geoformas fluviais em planícies deposicionais recobertas por florestas ombrófilas.

Os lagos em várzeas são planícies flúvio-lacustres com imensos cordões arenoso que são acumulados pelas diferentes vazões, os quais, dependem da sazonalidade e regime de maré, existem, no litoral paraenses, lagos formados pelo volume de precipitação nas planícies de deflação eólicas que podem secar em períodos de maior estiagem, são exemplos de lagos de



várzeas o Lago Maicá em Santarém, no litoral talvez os mais conhecidos sejam o Lago da Princesa no município de Maracanã, o Lago da Coca-Cola em Salinópolis e os Lagos Bolonha e Água Preta, esses dois últimos são responsáveis pelo abastecimento da Cidade de Belém.

O Geopatrimônio hídrico revela-se como uma importante função de serviços geossistêmicos, seja pelo aporte de água para o abastecimento e navegabilidade, promovem atividades turísticas e de refúgio a biodiversidade. A ciclagem de nutriente e dos recursos hídricos fazem das planícies flúvio-lacustres um rico exemplo de suporte a biodiversidade.

Geopatrimônio Geológico-geomorfológico e as marcas deixadas pelas mudanças estruturais

A bacia Amazônica é a maior feição representativa do Fanerozóico encontrada no estado do Pará, conjuntamente formando por megassistemas fluviais. Apresenta litoestratigrafias em carbonatos, arenitos, argilitos etc, como as que podem ser encontradas na bacia do Tapajós, afloramentos de rochas graníticas na bacia do rio Xingu, depósitos arenosos e afloramentos quartzíticos na bacia Tocantins-Araguaia, esse pacote sedimentar tem origem no Cratón Amazônico e nos seus cinturões móveis Cunha, Melo e Silva (2007); Fonseca (2015); Matsumura e Iannuzzi (2015); Petri (1952); Mendes (1956); Scheffler, Fonseca e Fernandes (2015), daí o belo mosaico de paisagens fluviais com diques marginais, barras arenosas, *knick point* com belas cachoeiras. Essas feições foram descritas por Räsänen et al 1990 para a porção ocidental da bacia amazônica.

No estado do Pará rochas do arqueano foram agrupadas em diferentes graus de metamorfismo onde as rochas graníticas, basálticas, areníticas, siltíticas e formações ferríferas bandadas (BIF's) são encontradas no domínio do Cráton Amazônico (TEXEIRA e LINDENMAYER, 2006). Os granitóides recebem denominações regionais como por exemplo, na parte sul do estado, os granitóides Rio Maria/Xinguara recentemente descritos por Almeida et al., (2023). Na década de 2010, Corrêa e Macambira (2014); Dall'agnol, Oliveira, Lamarão (2013) já descreviam essas rochas em associações Tonalito-Trondhjemito-Granodiorito (TTG), já os granitoides da região do Tapajós foram descritos por Lamarão e Dall'agnol (2002) denominados de granitoide (ALMEIDA et al., 2023), São Jorge antigo/jovem. Macambira et al (1990) e Costa e Hasui (1992).

As formas de relevo são produtos das ações tectônicas, vulcânicas e climáticas, assim fatores endógenos e exógenos estruturam e modelam a crosta terrestre durante os diversos eventos ocorridos nos últimos 4,6 Ga. Mudanças ambientais como eventos ocorridos no Orógeno foram responsáveis por conjuntos de planaltos e serras, pulsos climáticos deixam suas



marcas em todas as formas de relevo como nos baixos planaltos e pediplanos que passaram por ciclos erosionais intensos, os rios com suas planícies foram, e ainda, esculpem formas como terraços e patamares.

O Geopatrimônio pedogenético e sua relação com o geopatrimônio geomorfológico

Os solos encontrados no estado do Pará concretizam as ações de intemperismo, das abrasões fluviais, marinhas, eólicas e, das forçantes neotectônicas ocorridas em toda estrutura geológica e formas de relevo, assim como os processos de adição, remoção, translocação e transformação impõem características que determinam pacotes sedimentares funcionando como pedoindicador de mudanças ambientais, conferindo à fisiografia das paisagens.

Em todo litoral encontram-se extensos cordões arenosos, muitos deles apresentam lagoas interdunares em áreas de deflação, da qual passam a caracterizar ricos patrimônios geomorfológicos, revelando interações pedológica, hidrológica e biogeográfica como descritas em Costa, Vidal, Mascarenhas (2019); Bastos, Rosário, Lobato (1995) e Vidal e Mascarenhas (2012).

Nos terraços fluviais podem aparecer solos minerais profundos e muitos profundos como os Latossolos, seu pedossistema é constituído de argilos minerais, óxido de ferro e alumínio, processos derivados da cavitação, erosão abrasiva e alta taxas de deposição, em períodos de alta magnitude de fluxos hidrológicos, que de acordo com Jesus et al., (2020) formam-se longas camadas verticais latossólicas em vales fluviais, nas encostas íngremes, depressões interplanálticas e tabuleiros litorâneos, seu uso agrônômico estar diretamente associado a agrossistemas de pecuárias e, recentemente a cultura de grão como a soja e o milho.

Na parte central e porção setentrional do estado do Pará tem-se dispostos em áreas significativas os Argissolos - caracterizados pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo, Apresentam também frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila (CTC), podendo ser alíticos - altos teores de alumínio EMBRAPA (2023) por suas características nos permite falar de aptidão do solo para implementação de sistema agropecuária.

A porção do extremo sudoeste encontra-se os cambissolos na borda das unidades especialmente protegidas resguardando um fragmento de floresta e formação natural, (depressão do sul do Pará) e condições climáticos (contato com o clima de região do cerrado). No tocante aos Espodossolos sua ocorrência prolonga-se pelo baixo curso do rio Tocantins nas



proximidades de Baião, Mocajuba, Cametá, Limoeiro do Ajuru, também podem ser encontrados no extremo sudoeste na bacia hidrográfica do rio Cururu em trechos de drenagens entrelaçadas e Igarapé Paraná-Doti, nascente do rio das Tropas, rio Cadariri, etc, apesar de estarem nas planícies fluviais encontram-se imperfeitamente drenados por conta da subsuperficialidade do horizonte diagnóstico B espódico, associados aos neossolos recobertos por Campinaranas (EMBRAPA, 2023).

Em Planícies fluviomarinhas, planícies fluviais, em especial nas várzeas os Gleissolos têm sua pedogênese associada a processos intensos de deposição, inundações e sobre influência do lençol freático, suas cores azuladas e acinzentadas denunciam os processos de gleização muito associada a oxirredução com predomínio textural de argila e silte, esses solos encontram-se em toda planície Amazônia, ilha do Marajó, borda dos tabuleiros e terraços rebaixados.

Os plintossolos são recobertos por vegetação de babaçu (*Attalea ssp*) podem ser encontrados em áreas de transição entre os biomas de contato com o bioma Amazônico, a plintita tem efeito direto a intensa exposição de radiação capaz de enrijecer materiais mais argilosos – podem ser encontrados na região dos municípios de Redenção e Santana do Araguaia, outras áreas como São Geraldo do Araguaia, Brejo Grande do Araguaia, Goianésia, Cametá, Viseu, Oeiras do Pará na faixa estuarina da Ilha do Marajó.

Para Costa (1991) os plintossolos são indicadores de variabilidade ambiental e apontam para geoindicadores em linhas de pedra e paleopavimentos de jazidas minerais como ouro, platina, cobre, níquel, etc,. Apresentam ainda solos concrecionários rico em ferro, essas flutuações climáticas juntamente com eventos (neo)tectônicos deixaram marcam na paisagem, sendo os ambientes com plintitas a marca deixadas por esses eventos (ROSSETTI, 2014).

No eixo dos municípios de Altamira, Brasil Novo, Medicilândia até Uruará, bem como São Félix e Ourilândia estar bem demarcado manchas de Nitossolos, sua origem advém de rochas vulcânicas do tipo basalto, a textura pedológica é argiloso a muito argiloso detentora de alta fertilidade natural podendo apresentar em alguns momentos fertilidade baixa (EMBRAPA, 2023).

Depósitos de materiais quartzosos e cobertura pedológicas do tipo carapaças ferruginosas e ambientes lateríticos em geral são assinaturas ambientais importantes no contexto das variabilidades climáticas onde pulsos de umidade e estiagem prolongadas revelam paisagens revestidas por uma infinidade de cobertura vegetal como as savanas, campinaranas, campinas e florestas ombrófilas abertas, além dos ecótonos, assim muitas outras associações podem ser realizadas – estudos na porção sudeste do estado do Pará revelam tais variações geoecológicas das quais a geodiversidade começa a ser apresentada Vidal et al. 2022.



A serra da Bocaina localizada na região de Carajás apresenta uma boa síntese dos elementos da pedodiversidade, onde elementos climáticos, geomorfopedológicos e hidrológicos compõem a complexidade da paisagem expressos na Serra dos Carajás no Sudeste do estado.

Ao realizar levantamento sobre geomorfossítios para o estado do Pará relata-se a existência de apenas duas propostas de geossítios em ambiente Cenozóico, o primeiro estar localizado na região costeira denominada de Ilha de Fortaleza, descrito por Távora, Fernandes e Ferreira (2002) como sítio paleontológico que apresenta geopatrimônio associado a diversidade de materiais fósseis, datados da era Cenozóica.

A segunda proposta de geossítio foi apresentado por Távora, Silveira e Milhomem-Neto (2009) em ambiente de paleolaguna no Cenozóico, com litofáceis carbonáticas apresentando abundância de corais anermatípicos, ambiente deposicional que guarda as marcas das variações do nível do mar entre os fósseis mais expressivos estão os foraminíferos bentônicos em associação com alguns bivalvíos.

No município de Monte Alegre Mascarenhas e Vidal (2023) destacam a presença de um geossítios não descrito oficialmente pela Comissão Brasileira de sítios geológicos e paleontológicos, mas que é digno de destaque, assim, a “pedra do pilão” encontra-se em ambiente fluvioacustre com predomínio de rochas areníticas que sofreram intensos processos de intemperização/diagenese sobre processos eólicos abrasivos (Dantas e Texeira, 2013; Roosevelt et al., 1996; Silva et al, 2022; Michab et al., 1998), apresenta geoformas caracterizada como relevos runiformes derivadas da erosões diferenciais alternados por períodos de sedimentação.

Na serra dos Carajás tem-se a mais importante província metalogênica dentro do bioma Amazônico que guarda geoformas esculpidas em rochas ferríferas bandadas, também é possível encontrar cavidades naturais e variações topográficas associada aos argissolos. As marcas de variabilidade climática estar demonstrada pelas suas fitofisionomias de formações florestais e formações herbáceo-arbustivas de cangas ferruginosas.

Para os atributos científicos, cultural, educacional estar a “Casa de Pedra” na serra dos Martírios Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia, nela tem-se uma cavidade de sub-superfície moldada em rochas do Neoproterozóico apresentando pinturas rupestres com amplas feições de dissoluções, nas bordas têm-se os Neossolos quartzarênicos com vegetação savânica, em altitudes acima dos 450 metros.

O patrimônio geomorfológico é a riqueza subvalorizada nas políticas de proteção à geodiversidade, muito dos serviços geossistêmicos tem abrangência para ser manejado para a



conservação da natureza, nunca é demais afirmar que o patrimônio geológico e geomorfológico constitui a forma de resguardar os testemunhos físicos da evolução da terra.

Em todo litoral encontram-se extensos cordões arenosos, muitos deles apresentam lagoas interdunares em áreas de deflação, da qual passam a caracterizar ricos patrimônios geomorfológicos, revelando interações pedológica, hidrológica e biogeográfica como descritas em Costa, Vidal, Mascarenhas (2019); Bastos, Rosário, Lobato (1995) e Vidal e Mascarenhas (2012).

Nos terraços fluviais podem aparecer solos minerais profundos e muitos profundos como os Latossolos, seu pedossistema é constituído de argilos minerais, óxido de ferro e alumínio, processos derivados da cavitação, erosão abrasiva e alta taxas de deposição, em períodos de alta magnitude de fluxos hidrológicos, que de acordo com Jesus et al., (2020) formam-se longas camadas verticais latossólicas em vales fluviais, nas encostas íngremes, depressões interplanálticas e tabuleiros litorâneos, seu uso agrônomo estar diretamente associado a agrossistemas de pecuárias e, recentemente a cultura de grão como a soja e o milho.

Na parte central e porção setentrional do estado do Pará tem-se dispostos em áreas significativas os Argissolos - caracterizados pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo, Apresentam também frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila (CTC), podendo ser alíticos - altos teores de alumínio EMBRAPA (2023) por suas características nos permite falar de aptidão do solo para implementação de sistema agropecuária.

A porção do extremo sudoeste encontra-se os cambissolos na borda das unidades especialmente protegidas resguardando um fragmento de floresta e formação natural, (depressão do sul do Pará) e condições climáticas (contato com o clima de região do cerrado). No tocante aos Espodossolos sua ocorrência prolonga-se pelo baixo curso do rio Tocantins nas proximidades de Baião, Mocajuba, Cametá, Limoeiro do Ajuru, também podem ser encontrados no extremo sudoeste na bacia hidrográfica do rio Cururu em trechos de drenagens entrelaçadas e Igarapé Paraná-Doti, nascente do rio das Tropas, rio Cadariri, etc, apesar de estarem nas planícies fluviais encontram-se imperfeitamente drenados por conta da subsuperficialidade do horizonte diagnóstico B espódico, associados aos neossolos recobertos por Campinaranas (EMBRAPA, 2023).

Em Planícies fluviomarinhas, planícies fluviais, em especial nas várzeas os Gleissolos têm sua pedogênese associada a processos intensos de deposição, inundações e sobre influência do lençol freático, suas cores azuladas e acinzentadas denunciam os processos de gleização



muito associada a oxirredução com predomínio textural de argila e silte, esses solos encontram-se em toda planície Amazônia, ilha do Marajó, borda dos tabuleiros e terraços rebaixados.

Os plintossolos são recobertos por vegetação de babaçu (*Attalea ssp*) podem ser encontrados em áreas de transição entre os biomas de contato com o bioma Amazônico, a plintita tem efeito direto a intensa exposição de radiação capaz de enrijecer materiais mais argilosos – podem ser encontrados na região dos municípios de Redenção e Santana do Araguaia, outras áreas como São Geraldo do Araguaia, Brejo Grande do Araguaia, Goianésia, Cametá, Viseu, Oeiras do Pará na faixa estuarina da Ilha do Marajó.

Para Costa (1991) os plintossolos são indicadores de variabilidade ambiental e apontam para geoindicadores em linhas de pedra e paleopavimentos de jazidas minerais como ouro, platina, cobre, níquel, etc,. Apresentam ainda solos concrecionários rico em ferro, essas flutuações climáticas juntamente com eventos (neo)tectônicos deixaram marcas na paisagem, sendo os ambientes com plintitas a marca deixadas por esses eventos (ROSSETTI, 2014).

No eixo dos municípios de Altamira, Brasil Novo, Medicilândia até Uruará, bem como São Félix e Ourilândia estar bem demarcado manchas de Nitossolos, sua origem advém de rochas vulcânicas do tipo basalto, a textura pedológica é argiloso a muito argilosa detentora de alta fertilidade natural podendo apresentar em alguns momentos fertilidade baixa (EMBRAPA, 2023).

Depósitos de materiais quartzosos e cobertura pedológicas do tipo carapaças ferruginosas e ambientes lateríticos em geral são assinaturas ambientais importantes no contexto das variabilidades climáticas onde pulsos de umidade e estiagem prolongadas revelam paisagens revestidas por uma infinidade de cobertura vegetal como as savanas, campinaranas, campinas e florestas ombrófilas abertas, além dos ecótonos, assim muitas outras associações podem ser realizadas – estudos na porção sudeste do estado do Pará revelam tais variações geoecológicas das quais a geodiversidade começa a ser apresentada Vidal et al. 2022. A serra da Bocaina localizada na região de Carajás apresenta uma boa síntese dos elementos da pedodiversidade, onde elementos climáticos, geomorfopedológicos e hidrológicos compõem a complexidade da paisagem expressos na Serra dos Carajás no Sudeste do estado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente síntese vem somar aos estudos já iniciados pela Companhia de Produção Mineral, Universidades, Centros Federais que enxergaram a necessidade de estabelecer



políticas públicas que visem proteger os serviços geossistêmicos como regulação, provisão, ciclagem, dentre outros, que são oferecidos pela geodiversidade.

Faz-se urgente construir uma agenda de pesquisa para conhecer o imenso geopatrimônio estadual, a necessidade de barrar a perda de material gênico de flora e fauna não permitiu olhar, com mais acuidades, para os elementos de geodiversidade. Elemento geológicos, geomorfológico e pedológico são elementos de partida para a compreensão do patrimônio.

Sem dúvida o desenvolvimento do conhecimento, nas geociências, sobre a temática geodiversidade vem se consolidando e fortalecendo à necessidade de sua inclusão no debate político de proteção/conservação, já que a os serviços geossistêmicos são tão importantes como os serviços ecossistêmicos.

O estado do Pará apresenta um vasto geopatrimônio que foi construído, em geral, a partir da herança das variabilidades climáticas, tectônica e morfogêneses, como por exemplo o conjunto de serras na porção extremo norte, a ilha do Marajó com seu mosaico florístico e sedimentológico, a planície Amazônica, os megassistemas fluviais do Rio Tapajós, Xingu e Araguaia Tocantins alternados por vastos vales graníticos e quartizíticos.

O patrimônio geomorfológico encontrado nas províncias espeleológicas da região de Ruropólis/Altamira bem como as da região de Carajás e da Serra das Andorinhas/Martírio são grandes exemplares de artes esculpidos em calcário, minério de ferro e minério de quartzítico, algumas cavidades naturais com até três quilômetros de extensão guardam os processos de dissolução e abrasão dos componentes geológicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, José A. C. et al. Granite landscape relief and its relationship to magma emplacement (Bannach Granite, Brazil). **Geomorphology**. v.420, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108515>

ANDRADE, Milena, SANTOS. Celina E., LOPES. Walmira L.e BANDEIRA, Íris. Estado da Arte da Geodiversidade da Amazônia Legal. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science** v.10, n.1. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i1.p380-405>

ANDRADE, Milena M. N., LOPES. Walmira F., SANTOS. Celina M E. Geodiversidade do Estado do Pará: uma revisão. TERRA - Educação Ambiental, Produção e Consumo (Org.) Giovanni Seabra. Ituiutaba-MG, Barlavento, 2021.

BASTOS, Maria N. C.; ROSÁRIO, Carlos S.; LOBATO, Luis C. B. Caracterização fitofisionômica da restinga de Algodoal - Maracanã, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Sér. Bot.** vol. 11, nº2, 1995.



BRILHA, José. **Património Geológico e Geoconservação**. Braga, Portugal: Palimagem Editores, 2005.

BRILHA, José. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, n. 8, 2016.

BRILHA, José et al. Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. **Environmental Science & Policy**. v.86, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.001>

BÜDEL, Julius. **Climatogenetic Geomorphology**. In: (editor) Edward Derbyshire. Climatic Geomorphology, The Macmillan Press LTDA, London and Basingstoke, 1973

COSTA, João B. S.; HAUSUI, Yociteru. Aspectos tectônicos fundamentais do proterozóico médio na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, n.22, v. 4, 1992.

COSTA, Marcos R. F.; VIDAL, Maria R.; MASCARENHAS, Abraão L S. **Notas para o planejamento ambiental no município de Salinópolis a partir da análise sistêmica**. In: Produção espacial e dinâmica socioambiental no Brasil setentrional. (Orgs) Christian Nunes da Silva, Cristiano Quaresma de Paula, João Márcio Palheta da Silca. Belém-PA, GAPTA-UFGA, 2019.

CORREA, Lívio W. C.; MACAMBIRA, Moacir J. B. Evolução da região de Santana do Araguaia (PA) com base na geologia e geocronologia Pb-Pb em zircão de granitoides. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 14, nº 2, 2014.

COSTA, Marcondes L. Aspectos Geológicos dos Lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, nº 21, v.2, 1991

CUNHA, Paulo R. C.; MELO, José H. G.; SILVA, Osvaldo B. Bacia do Amazonas. **Boletim Geoci. Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, 2007.

CLAUDIO-SALES, Vanda. Geodiversity and geoheritage in the perspective of geography. **Bulletin of Geography. Physical Geography Series**, nº21, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/bgeo-2021-0008>

DANTAS, Marcelo E.; TEXEIRA, Sheila G. **Origem das paisagens**. JOÃO, Xafi S. J., TEIXEIRA, Sheila G., FONSECA, Dianne D. F. (orgs) *Geodiversidade do estado do Pará*. Belém, CPRM, 2013.

EMBRAPA. Proposta de atualização da 5ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2023. (eds) Humberto Gonçalves dos Santos et al. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2023. PDF (141 p.). Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627

EMBRAPA. **Sistemas brasileiro de Classificação do solo**, 5º ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA. **Projeto Uniformização do Zoneamento Ecológico – Econômico da Amazônia Legal e Integração com Zoneamentos Agroecológicos da Região - UZEE**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, EMBRAPA, 2016.



FONSECA, Vera M. M. Considerações paleobiogeográficas baseadas em braquiópodes devonianos (Delthyridoidea, Strophodontoidea e Chonetoida) das bacias do Amazonas e Parnaíba. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v.10, n.1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v10i1.496>

GRAY, Murray. Geodiversity: a significant, multi-faceted and evolving, geoscientific paradigm rather than a redundant term. **Proceedings of the Geologists' Association**. v.1332, n°5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2021.09.001>

IBÁÑEZ, Juan J. BOCKHEIM, James. **Pedodiversity**. CRC Press, 2013.

IBÁÑEZ, Juan J.; BREVIK, Eric C. **Geodiversity and Geopedology in a Logarithmic Universe**. Chapter 10. Zinck et al (Orgs). **Geopedology An Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies**. 2ª ed., 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-20667-2>

JESUS, Jandessa S.; PUPIM, Fabiano N.; SAWAKUCHI, André O.; BRASIL FELIPE, Leonardo. Geomorphology of fluvial deposits in the middle Tocantins River, eastern Amazon. **Journal of Maps**, vol. 16, n°2, 2020. DOI:10.1080/17445647.2020.1822938

LAMARÃO, Claudio. N.; DALL'AGNOL, Roberto. Granitóides São Jorge Antigo e São Jorge Jovem: petrografia e geoquímica de magmatismo cálcico-alcalino alto-K paleoproterozóico na Província Aurífera do Tapajós, Cráton Amazônico. In: Klein, E.L., Vasquez M.L. & Rosa-Costa L.T. (Eds.) **Contribuições à Geologia da Amazônia**. SBG-NO, Belém, v.3, 2002.

MA, Yu-jun et al. Hydropedology: Interactions between pedologic and hydrologic processes across spatiotemporal scales. **Earth-Science Reviews**. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.05.014>

MACAMBIRA, Moacir B. et al. Geocronologia da granitogênese da província Amazônia central brasileira: uma revisão **Revista Brasileira de Geociências**, n. 20, v. 1-4, 1990.

MASCARENHAS, Abraão L S., VIDAL, Maria R.; SANTOS, Railson L. Das paisagens de exceção a geodiversidade no mosaico de carajás, Amazônia oriental, **Geosaberes**, Fortaleza-CE, v.15, 2024. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v15i0.1343>

MATSUMURA, William M. K.; IANNUZZI, Roberto. Plantas devonianas do Brasil e seu significado bioestratigráfico. **Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi**. 2015, Ciências Naturais 10(1): 19-36.

MENDES, José C. Spiriferacea Carboníferos do Rio Tapajós (Série Itaituba), Estado do Pará, Brasil. **Bolet. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras - USP. Série Geologia**, v.13, 1956. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2526-3862.bffcluspgeologia.1956.121795>

MESCERJAKOV, Ju. P. Les concepts de morphostructure et de morphosculpture, un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. In: **Annales de Géographie**, t. 77, n°423, 1968. DOI: <https://doi.org/10.3406/geo.1968.15733>

MICHAB, Mostafa et al. Luminescence dates for the paleoindian site of Pedra Pintada, Brazil. **Quaternary Geochronology**, vol. 17, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(97\)00091-7](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(97)00091-7)



PARÁ, Zoneamento Ecológico-Econômico das Zonas Leste e Calha Norte do Estado do Pará. Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos, Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, Belém-PA, 2010.

PAPADOPOULOU. Ermioni; PAPAKONSTANTINOU. Apostolos; VASILAKOS. Christos; ZOUROS. Nikolaos; TATARIS. Georgios; PROESTAKIS, Stavros; SOULAKELLIS, Nikolaos. Scale issues for geoheritage 3D mapping: The case of Lesvos Geopark, Greece. **Journal International of Geoheritage and Parks**, v.10, nº3, 2022. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2022.08.006>

PETRI, Setembrino. Fusulinidae do carbonífero do rio Tapajós, estado do Pará. **Revista da SBG**. V.1, n.1, São Paulo, 1952.

QUEIROZ NETO, José P. Geomorfologia e pedologia. **Rev. Brasileiro de Geomorfologia**, v.1, n1, 2000.

RÄSÄNEM, Matti E.; SALO, Jukka. S.; JUNGNET, Högner; PITTMAN, Lidia R. Evolution of the Western Amazon Lowland Relief: impact of Andean foreland dynamics. **Terra Nova**, 1990, vol. 2, ISSN:1365-3121.

REYNARD, Emmanuel; BRILHA, José. **Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**. Edts. Emmanuel Reynard, e José Brilha, Elsevier, 2018

ROOSEVELT, Anna. C. et al. Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. **Science**, New Series, Vol. 272, No. 5260, 1996. <http://www.jstor.org/stable/2890311>.

ROSSETTI, Dilce F. The role of tectonics in the late Quaternary evolution of Brazil's Amazonian landscape. **Earth-Science Reviews**, v. 139, 2014. DOI: doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.08.009

RUBIA, Felipe G. et al. Pedogeomorphological systems in the interpretation of the evolution of quaternary landscapes in humid tropical climates. **Mercator**, Fortaleza, v. 18, e18020, 2019. ISSN:1984-2201

SANTOS, Railson L; MASCARENHAS, Abraão L. S.; VIDAL, Maria R. Dinâmicas da natureza na região de Carajás com foco nos atributos clássicos da geodiversidade. **Margarida Penteado Revista de Geomorfologia**, v.1 nº1, 2024. <https://doi.org/10.29327/>

SILVA, Juliana P. et al. Geodiversity assessment of the Xingu drainage basin. **Journal of Maps**, Taylor & Francis, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2013.775085>

SILVA, Pedro A. S. Pennsylvanian mixed siliciclastic-carbonate deposits of the Amazonas basin, North of Brazil: The record of an epicontinental sea in Western Gondwana. **Journal of South American Earth Sciences**, nº114, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103691>

SHARPLES, Cris. **A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes**, Forestray Commission Tasmania, 1993.

STANLEY. Mick. Geodiversity and why we need it. **Earth Heritage**, v. 14, 2000.



SCHEFFLER, Sandro M., FONSECA, Vera M. M., FERNANDES, Antonio C. S. New crinoids from the Maecuru formation (Middle Eifelian; Amazon Basin, State of Pará, Brazil), **Geobios**, n.48, v.1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2014.11.002>

TÁVORA, Vladimir A.; FERNANDES, Antônio C. S.; FERREIRA, Cândido S. **Ilha de Fortaleza, PA**: expressivo registro de fósseis do Cenozóico marinho do Brasil. Carlos Schobbenhaus et al. (eds.) **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**, CPRM, Vol. I, Brasília-DF, 2002.

TÁVORA, Vladimir A.; SILVEIRA, Eric S. F. e MILHOMEM-Neto, João M. **Mina B-17 Capanema, PA**: Expressivo Registro de uma Paleolaguna do Cenozóico Brasileiro. WINGE, Manfredo et al (eds). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, 2ª ed., CPRM, Vol. II, Brasília-DF, 2009.

TEXEIRA, João B. G.; LINDENMAYER, Zara G. **Fundamentos geológicos da Serra de Carajás**. (Orgs) TEXEIRA, João B. G.; BEISIEGEL, Vanderlei de R. Carajás: geologia e ocupação humana. Museu Emilio Goeldi, Belém-PA, 2006.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977

VIDAL, Maria R. et al. Geoecologia: aportes para uma aproximação taxonômica das unidades de paisagens para a região de Carajás. **Novos Cadernos NAEA**, v.25, nº4, 2022, DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ncn.v25i4.12871>

VIDAL, Maria R.; MASCARENHAS, Abraão L S. Dos componentes ambientais a realidade das formas de uso e ocupação no litoral paraense: pensando o caso da ilha de Algodão-Maiandeuá-PA. **Rev. Geonorte**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 911-920, 2012.

ZINCK, Joseph A. **Relationships Between Geomorphology and Pedology: Brief Review**. In: Zinck, J.A., Metternicht, G., del Valle, H.F., Angelini, M. (eds) **Geopedology**. Springer, Cham. 2023 https://doi.org/10.1007/978-3-031-20667-2_3