

Morfogênese e pedogênese das coberturas superficiais dos setores elevados de Morro de Chapéu - Bahia

Morphogenesis and pedogenesis of the surface coverings of the elevated sectors of Morro de Chapéu - Bahia

Thaysa Gisella Mendes de Araújo Silva 

Mestranda em Arqueologia
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
thaysa.gisella@ufpe.br

Ana Cristina de Lima Pedrozo Cardouzo 

Mestranda em Arqueologia
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
anacristina.cardouzo@ufpe.br

Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares 

Doutor em Geografia
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
brunoactavares@gmail.com

Resumo

A compreensão da paisagem sobre o olhar da reconstrução ambiental para o setor da Chapada da Diamantina carece informações de cunho geomorfológico. Nesse sentido, visando a proposição de modelos formativos da paisagem a presente pesquisa teve como objetivo a compreensão das coberturas superficiais na área arqueológica do município de Morro do Chapéu (BA); que se localiza no setor norte da Chapada Diamantina. Para tal, fez-se uso das análises sedimentológica e geoquímica com o objetivo de trazer luz acerca da gênese desses depósitos; por meio do qual foi possível propor dois possíveis modelos formativos para área. Destarte, os modelos propostos, especialmente o segundo, apontam para um cenário que está em concordância com achados em setores elevados no Nordeste Brasileiro onde é possível verificar a formação de mantos de intemperismo em fases mais úmidas e consequente desmantelamento desses em momentos de inputs climáticos associados aos eventos extremos que atuam no semiárido nordestino ao longo do Quaternário. O cenário de alternância entre a formação de mantos e seu posterior desmantelamento está associado com outras áreas e sua relação com as fases de ocupação humana ao longo do Quaternário tardio.



<https://doi.org/10.28998/contegeo.11i.25.19862>

Artigo publicado sob a [Licença Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Submetido em: 02/07/2025

Aceito em: 04/12/2025

Publicado: 23/01/2026

e-Location: 19862

Palavras-chave: Morro do Chapéu; cobertura superficiais; geoquímica; análise sedimentológica; morfogênese.

Abstract

Understanding the landscape through the lens of environmental reconstruction for the Chapada Diamantina sector requires geomorphological information. In this context, aiming to propose formative models of the landscape, the present study focused on the characterization of surface covers in the archaeological area of Morro do Chapéu (Bahia), located in the northern sector of the Chapada Diamantina. Sedimentological and geochemical analyses were employed to shed light on the genesis of these deposits, which allowed the proposition of two possible formative models for the area. Notably, the proposed models—particularly the second—indicate a scenario consistent with findings in elevated sectors of Northeastern Brazil, where the formation of weathering mantles during wetter phases and their subsequent dismantling during climatic inputs associated with extreme events in the semi-arid Northeast throughout the Quaternary have been documented. This alternation between mantle formation and dismantling is linked to other areas and their relationship with phases of human occupation during the Late Quaternary..

Keywords: Morro do Chapéu; surface coverings; geochemistry; sedimentological analysis; morphogenesis.

INTRODUÇÃO

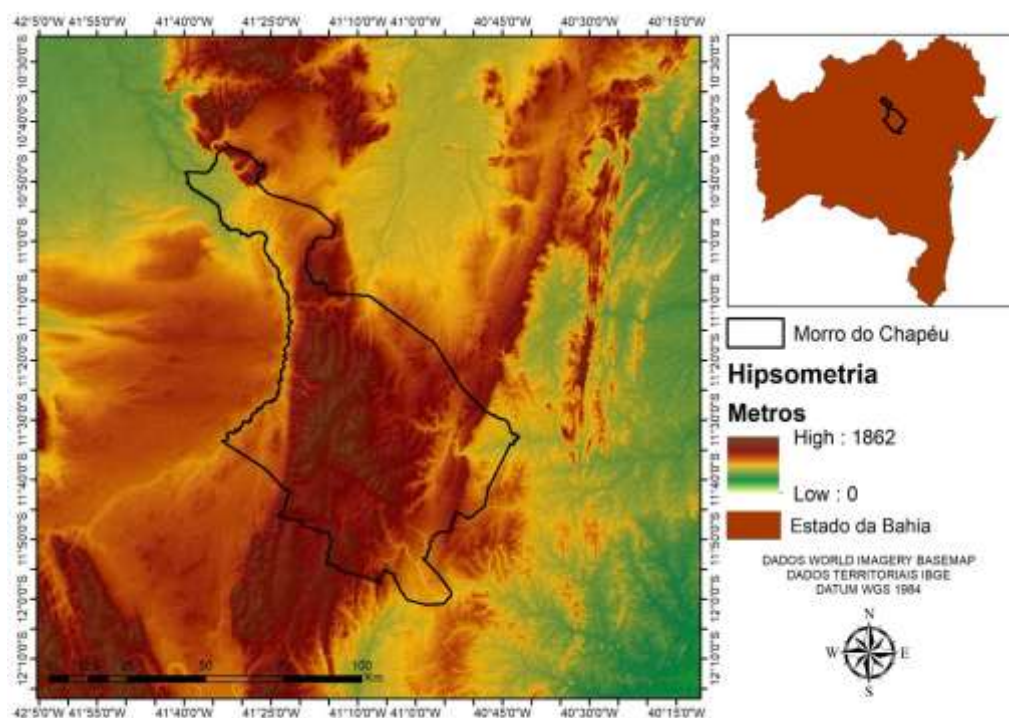
A região norte da Chapada Diamantina se destaca pela riqueza de seu patrimônio arqueológico e pela complexidade de seus sistemas naturais, cuja interação com as ocupações humanas ao longo do tempo ainda é pouco compreendida. Embora estudos anteriores, como os de Etchevarne (2009) e Van Havre (2015), tenham avançado na caracterização da arte rupestre e na cronologia da ocupação pré-histórica, aspectos ambientais fundamentais para a compreensão da paisagem e de sua dinâmica ao longo do Quaternário recente permanecem lacunares.

A Geomorfologia do Quaternário no Nordeste do Brasil tem avançado nos últimos anos com discussões que atestam a formação desses depósitos como resultado de interações complexas entre fatores climáticos, fisiográficos e geológicos, sendo influenciados por processos de intemperismo e transporte sedimentar (Corrêa, 2001; Mützenber, 2007; 2010; Fonsêca et al, 2020; 2024). No caso da Chapada Diamantina, compreender a formação e a distribuição dos colúvios pode fornecer informações essenciais sobre os processos de erosão, os regimes hidrológicos e a variabilidade climática que influenciaram a configuração dos ambientes ocupados por populações pré-históricas. Estudos como os de Oliveira (1999), que analisaram os

depósitos quaternários do Vale do Igatu, e Etchevarne et al. (2015), que estabeleceram uma cronologia do Holoceno tardio na região, reforçam a necessidade de abordagens interdisciplinares para integrar dados sedimentológicos e arqueológicos na reconstituição do passado ambiental.

A compreensão desses processos pode fornecer insights sobre as condições ambientais que moldaram a paisagem e condicionaram a ocupação humana na região (Mützenberg, 2007; 2010; Macedo, Felice e Corrêa, 2025). Diante dessa premissa, a presente pesquisa vai lançar mão de uma abordagem morfoestratigráfica para a elucidação da dinâmica das coberturas superficiais no contexto da cimeira do Planalto de Morro do Chapéu, Bahia a fim de trazer novas informações acerca das condições de formação dos depósitos, as fases ambientais formativas associadas a dinamicidade morfogenética e pedogenética desses depósitos em um no contexto semiárido nordestino.

Figura 1 – Mapa de localização e hipsometria de Morro do Chapéu (BA)



Fonte: Autores (2024).

METODOLOGIA

A presente pesquisa tem como foco a área Arqueológica de Morro do Chapéu, localizada no setor setentrional da Chapada Diamantina. O município é

caracterizado por uma diversidade na paisagem, com condições climáticas e vegetacionais atreladas a áreas elevadas situadas no semiárido nordestino.

De acordo com Rocha (2013) a região do município de Morro do Chapéu faz parte do Grupo Chapada Diamantina, que é formado por uma bacia sedimentar que se desenvolveu há cerca de 1600 milhões de anos sobre terrenos granito-gnáissicos do embasamento cristalino. O grupo é constituído pelas Formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu. Nos setores mais elevados da região de Morro do Chapéu, a Formação de maior destaque são os arenitos e os quartzarenitos da Formação Morro do Chapéu, onde é possível verificar a presença das estruturas sedimentares plano paralelas e estratificações cruzadas associadas a esta litologia.

O relevo da área é marcado por extensos patamares de morfologia levemente inclinada, com suas bordas marcadas por setores escarpados indicando os eixos de dobramento com estruturas antiformes e sinformes (Corrêa et al, 2019; Araújo, 2025). Essa condição confere um caráter específico para essa área, uma vez que se trata do setor de maior expressão regional para o Nordeste Brasileiro de um relevo dobrado com estruturas de grande raio. Esse aspecto apresenta características morfológicas de chapadas suavemente inclinadas, com declives suaves a suave ondulados, com alguns ressaltos estruturais do tipo Morro Testemunho.

Ainda nesta contextualização ambiental, as condições climáticas da área de estudo estão atreladas a um clima semiárido onde o patamar altimétrico, vai criar condições específicas do ponto de vista orográfico, criando assim uma condição altitudinal, com uma dinâmica climática que se distingue das regiões de menor altitude que bordejam a área. Localizada a cerca de 1.100 metros acima do nível do mar, a cidade possui um clima classificado como tropical de altitude, com uma amplitude térmica significativa e um regime de precipitação sazonal bem delineado controlados pelos regimes da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e pelas instabilidades das frentes frias provenientes do Atlântico (IBGE, 2010). A temperatura média anual de Morro do Chapéu é de aproximadamente 20°C e média de precipitação com variação entre 800 e 1200 mm anuais (IBGE, 2010).

Dentro desse cenário paisagístico, a área de estudo apresenta nos setores suavemente ondulados *locis* deposicionais com material que sugere um preenchimento a partir de processos geomórficos característicos de encosta. Os depósitos com característica coluvionar, são intercalados com níveis ferruginosos (*ferricrete/Iron Crusts*)

marcando uma possível paleotopografia e, portanto, um forte indicador de um nível de cobertura paleopedogenética. Esse cenário indica que a paisagem pode ter sofrido fases alternadas entre morfogênese e pedogênese, carecendo dessa forma de maior investigação da dinâmica processual física e assinatura geoquímica desses depósitos para colher mais informações sobre sua gênese

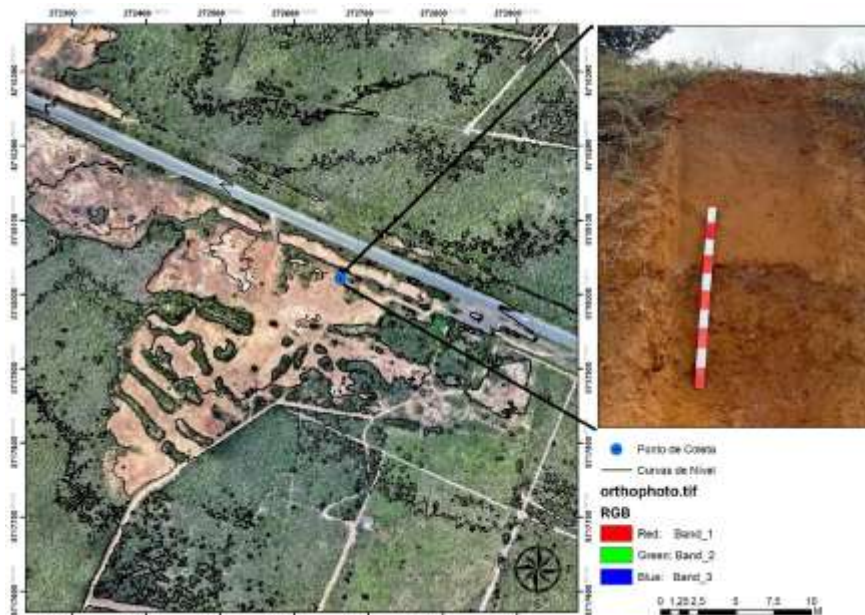
Perfis Topográficos

A pesquisa teve como base de dados topográficas consultada a hipsometria da missão COPERNICUS/DEM da Agência Espacial Europeia. A base foi fundamental para a criação dos modelos digitais de terreno e os perfis topográficos da área de estudo para procurar estabelecer a relação entre área fonte e os depósitos inconsolidados analisados. Os dados foram manuseados em ambiente SIG, e os perfis topográficos foram confeccionados no software Global Mapper 21.0. Com os perfis feitos, foram identificadas as áreas de acúmulo de material dentro do contexto do Planalto sedimentar de Morro do Chapéu e os setores ressaltados que podem ser as áreas fontes desses materiais.

Mapeamento dos depósitos por aerofotogrametria

Nas imediações que permeiam o ponto UTM 24I 8718006N e 272689E, situa-se uma zona de extração que compreende área de aproximadamente 1,88 km² às margens da rodovia BA-52. Trata-se de uma área depositária de solo com características ferruginosas e elevada concentração de óxidos de ferro, do tipo Ferricrete. Para o voo, foi feito um plano prévio que engloba todo o setor focal de estudo. O plano de voo foi realizado no software dronedeploy, em uma altitude de 100 metros e a captura das imagens foram feitas pelo VANT Mavic 3 Enterprise. As imagens foram posteriormente processadas em um software de código aberto, o Open Drone Map (WebODM) e gerados os modelos digitais de elevação, de superfície e o ortomosaico da área mapeada. Os modelos foram manuseados em ambiente SIG no software ArcMap 10.4, onde foi possível realizar a extração das curvas de nível e identificação do perfil estratigráfico coletado e analisado.

Figura 2 – Área das coberturas superficiais no setor central do Planalto de Morro do Chapéu. Destaque para a proximidade dos depósitos com o complexo arqueológico Coréia



Fonte: Autores (2024).

Coleta de campo

Nesse contexto, foi feito um trabalho de campo com o objetivo de verificar in loco os depósitos sedimentares da região do Complexo de Sítios Coreia (BA), no Município de Morro do Chapéu, para que ocorresse a coleta das amostras. Para a execução de tal atividade, foi realizado, a princípio, a delimitação, limpeza e nivelamento do perfil a ser trabalhado; este que tinha 1,85 m de altura e 85 cm de largura.

Para a realização de uma coleta segura, considerando que diferentes padrões de sedimentação podem estar mascarados pela considerável uniformidade do perfil, após toda a limpeza, foi proposto níveis artificiais de 20 centímetros definido em dois diferentes horizontes como podemos observar nas figuras 6, denominados *C* e *D*, assim, o material coletado corresponde a duas retiradas para cada nível artificialmente definido.

Figuras 3(A),4(B),5(C) e 6(D) – Realização do processo de coleta sedimentológica
Fonte: Autores (2024).



Parâmetros físicos dos sedimentos: Análise Granulométrica

A análise granulométrica desempenha um papel essencial na determinação do tamanho das partículas e na frequência com que estas ocorrem dentro de uma classe ou faixa específica de tamanho. O objetivo é caracterizar os sedimentos com base em parâmetros estatísticos e sedimentológicos, incluindo distribuição granulométrica, diâmetro médio, grau de seleção, grau de assimetria e curtose. Além disso, o diagrama de Pejrup (1988) foi aplicado para obter informações sobre a hidrodinâmica da deposição, utilizando exclusivamente os dados granulométricos provenientes da matriz dos sedimentos.

A análise granulométrica dos sedimentos foi realizada no Laboratório de Geoarqueologia do Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O processamento das amostras seguiu a metodologia estatística proposta por Folk & Ward (1957), onde foi realizado a separação das amostras pela granulometria de acordo com a classificação de Udden-Wentworth.

Os dados obtidos para cada fração foram analisados com base nos critérios de Folk e Ward (1957). A partir dessa análise, procedeu-se com os cálculos do diâmetro médio, grau de seleção, grau de assimetria e curtose dos sedimentos. Para a classificação dos sedimentos e a análise da hidrodinâmica, foi empregado o diagrama de Gradistat e o método de Pejrup (1988). Todo o processamento desses dados foi realizado usando o software SysGran 4.0 e a Planilha Gradistat de geração estatística de dados sedimentológicos.

Análise Geoquímica

O princípio utilizado nos parâmetros geoquímicos, ao tratar-se do intemperismo, está na relação entre elementos mais facilmente intemperizados – que diminuem – à medida que os mais resistentes ao intemperismo aumentam em virtude do aumento do mesmo (Taylor & Enggleton, 2001). Em uma dinâmica interativa, principalmente com as condições climáticas, esses fatores irão variar de ambiente para ambiente, ou seja, como cada ambiente possui características mineralógicas específicas e condições climáticas específicas, os sedimentos – frutos dessas transformações – terão assinaturas geoquímicas distintas (Taylor & Enggleton, 2001).

Nessa perspectiva (Cruz, 2006; Fonsêca *et al*, 2024; Santos, 2024), para a determinação e caracterização do grau de evolução das coberturas superficiais utiliza-

se índices geoquímicos específicos que são alicerçados na resistência dos minerais vide os processos intempéricos por meio das concentrações químicas existentes nas amostras. Nesse sentido, os principais índices geoquímicos são: o de Alteração (CIA), Proveniência, Laterização e Paleoambiente.

O índice de Alteração, ou CIA, avalia o grau de alteração química dos sedimentos medindo variações do intemperismo dentro de um perfil. Para análise de proveniência dos sedimentos destaca-se a relação entre o Alumínio e o Potássio, esta que oferece informação sobre a origem do próprio material. O índice de lateralização auxilia na identificação de sedimentos que estão mais desgastados geoquimicamente, bem como aqueles sedimentos que foram retrabalhados e, portanto, não foram formados *in situ* (critérios de formação). O índice de paleoambiente, por fim, se caracteriza pela relação entre sílica, alumínio, potássio e sódio, oferece informações sobre o ambiente formativo e deposicional dos sedimentos (Santos, 2024).

RESULTADOS

Aspectos espaciais dos depósitos e o cenário arqueológico de Morro do Chapéu

A cronologia das ocupações pré-históricas da área de estudo ainda está sendo construída, mas os estudos arqueológicos apontam para uma ocupação que remonta ao Holoceno Médio e Superior. As análises de artefatos cerâmicos e líticos, bem como pinturas rupestres, sugerem uma cronologia que pode situar os primeiros habitantes da região entre 3.000 e 5.000 anos A.P., de acordo com a pesquisa de Van Havre (2015). Evidências de urnas funerárias e estruturas cerimoniais, que mostram a presença de sociedades organizadas, reforçam esses dados. A sobreposição das pinturas rupestres também mostra diferentes períodos culturais e temporais. Os estilos mais antigos, com figuras antropomorfas simples, e os mais recentes, com representações mais detalhadas e dinâmicas de atividades cotidianas, como caça e dança, são exemplos de períodos mais recentes (Ott, 1944; Calderón, 1967). À medida que novos dados são descobertos, essa cronologia é aprimorada, baseada em comparações estratigráficas e datações relativas – estilos e técnicas.

Figura 7– Vista aérea do Complexo Arqueológico Coréia destacando as manchas com coberturas superficiais coluvionais. Nas imagens ao lado, presença de Grafismos Rupestres da Tradição Nordeste



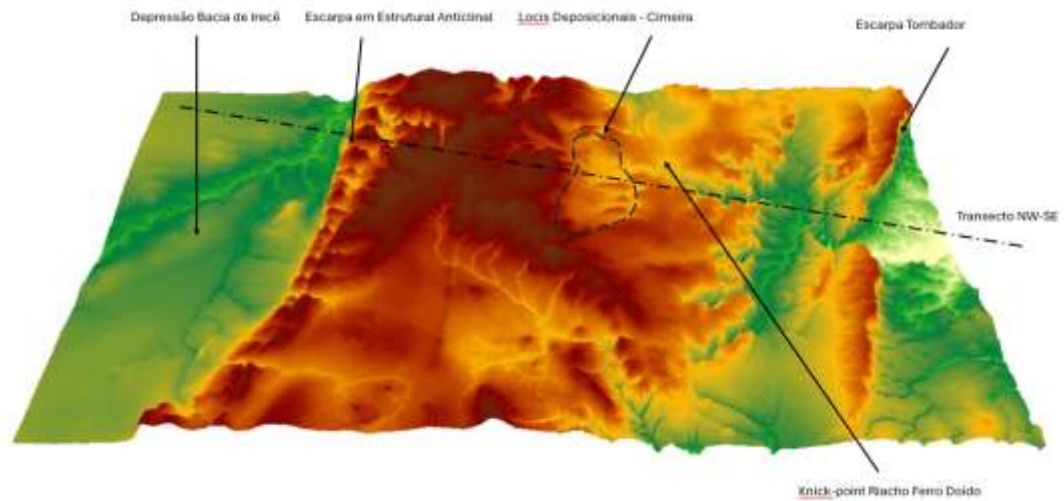
Fonte: Autores (2024).

A pesquisa em tela tem como objetivo trazer novos dados acerca de condições paleoambientais a partir da análise de sedimentação inorgânica e associar com os dados arqueológicos já estabelecidos para a área. O perfil estratigráfico estudado permitiu identificar fases distintas formativas que sugerem uma dinâmica geomorfológica em cenários paisagísticos distintos.

A dinâmica de transporte de sedimentos em direção às áreas mais baixas, onde o material erodido se acumula, é refletida nos depósitos coluvionares formados pela erosão de escarpas e dos ressaltos topográficos associados à cimeira do Planalto.

Ao analisar a relação entre os depósitos e os sítios arqueológicos, é possível identificar como a evolução da paisagem influenciou as práticas de ocupação. Por exemplo, é possível que os períodos de maior deposição coluvionar tenham sido associados a períodos de maior atividade erosiva, o que indica que o clima era mais úmido, o que facilitou o acúmulo de material. Por outro lado, períodos de estabilidade na deposição podem indicar climas menos propensos à erosão e que permita o desenvolvimento de mantos de intemperismo sob a égide das condições climáticas semiáridas.

Figura 8 – Modelo tridimensional do relevo do Planalto de Morro do Chapéu, na Bahia, destacando importantes feições geomorfológicas



Fonte: Autores (2024).

Figura 9 – Perfil topográfico NW-SE do Planalto de Morro do Chapéu



Fonte: Autores (2024).

Análise Sedimentológica

As análises granulométricas realizadas em todas as 18 amostras selecionadas possibilitaram uma classificação detalhada. A interpretação sedimentológica foi fundamentada na metodologia proposta por Folk e Ward (1957), que envolveu a análise dos parâmetros de curtose, assimetria e grau de seleção, utilizando o software Sysgran 3.0 para uma avaliação quantitativa. Os resultados obtidos permitiram a construção de diagramas que facilitam a classificação dos aspectos sedimentológicos de acordo com os critérios do software Gradistat, além de possibilitar a investigação da hidrodinâmica dos depósitos conforme o modelo proposto por Pejrup (1988).

A maioria das amostras tem um grau de seleção de pobremente a mal selecionado, sugerindo um mecanismo de transporte cujo a variação de intensidade de energia do meio não permitiu uma boa seleção (Folk & Ward, 1957). Conforme o quadro 1, o baixo grau de seleção pode indicar condições de deposição de fluxo

turbulento e de curta distância, não permitindo uma maior seleção dos grãos. A assimetria é muito positiva na maioria das amostras, com um caimento à direita, indicando uma energia diminuindo lentamente e predominância de partículas finas, isso mostra que a seção vertical apresenta níveis distintos, com uma unidade basal associada a um fluxo de detritos com granulometria mais grosseira, e uma unidade superior com material de granulometria mais fina, típico de um fluxo de lama. Uma variedade de tamanhos de grãos é encontrada na curtose, que é principalmente "platicúrtica". A uniformidade dos grãos é maior nas amostras "leptocúrticas", enquanto as amostras "mesocúrticas" têm uma distribuição normal dos tamanhos de grãos, indicando condições estáveis e uniformes.

Quadro 1 – Estatísticas de seleção, assimetria e curtose das amostras

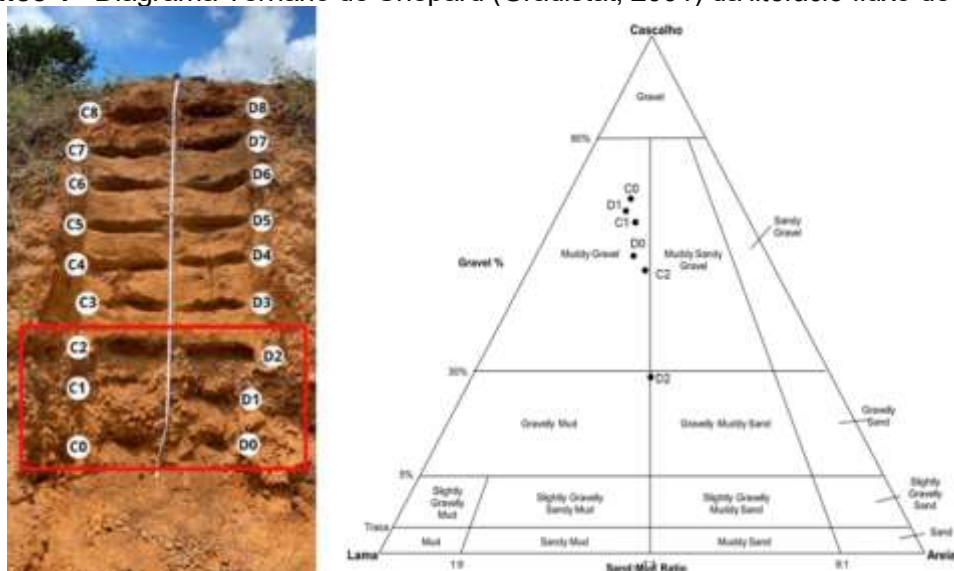
Amostra	Seleção	Assimetria	Curtose
C0	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito leptocúrtica
D0	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
C1	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Leptocúrtica
D1	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Leptocúrtica
C2	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
D2	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
C3	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
D3	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
C4	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
D4	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
C5	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
D5	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
C6	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Mesocúrtica
D6	Muito pobremente selecionado	Muito positiva	Platicúrtica
C7	Pobremente selecionado	Aprox. simétrica	Mesocúrtica
D7	Muito pobremente selecionado	Positiva	Platicúrtica
C8	Pobremente selecionado	Positiva	Platicúrtica
D8	Muito pobremente selecionado	Positiva	Mesocúrtica

Fonte: Autores (2024).

Para Análise granulométrica das amostras de sedimentos, o gráfico de Shepard referente ao fluxo de detritos — apresentado no primeiro gráfico, demonstra uma concentração considerável de material cascalhoso e material fino, com uma classificação indicando um cascalho lamoso para as amostras referentes a essa *litofácie* (Gráfico 1). Esta condição pode estar associada a depósitos mais viscosos onde a remoção do regolito atingiu a base do intemperismo nos setores de sua área fonte, o que é um indício forte de um depósito de característica coluvionar.

A predominância de material grosseiro e a presença de frações menores como areia e material fino podem sugerir um transporte turbulento em meio aquoso, com forte deformação interna no momento do transporte. Essa característica pode também sugerir um depósito como resposta a um evento extremo de grande magnitude e baixa recorrência, com remoção das fácies grosseiras dos setores mais elevados que compõem as áreas de entorno dos depósitos, essa condição se assemelha à outros setores de encosta no nordeste brasileiro, como as encostas da Baixa Verde em Pernambuco (Corrêa, 2001; Tavares, 2015), o setor de Piemonte do Planalto da Borborema como preconizado por Fonsêca et al (2020; 2024), os ambientes do front da Cuesta do Parnaíba na Serra da Capivara como postulado por Mützenberg (2010), e os depósitos coluvionais associados a Lagoa do Uri (Mützenberg et al, 2013).

Gráfico 1– Diagrama Ternário de Shepard (Gradistat, 2001) da *litofácie* fluxo de detritos.

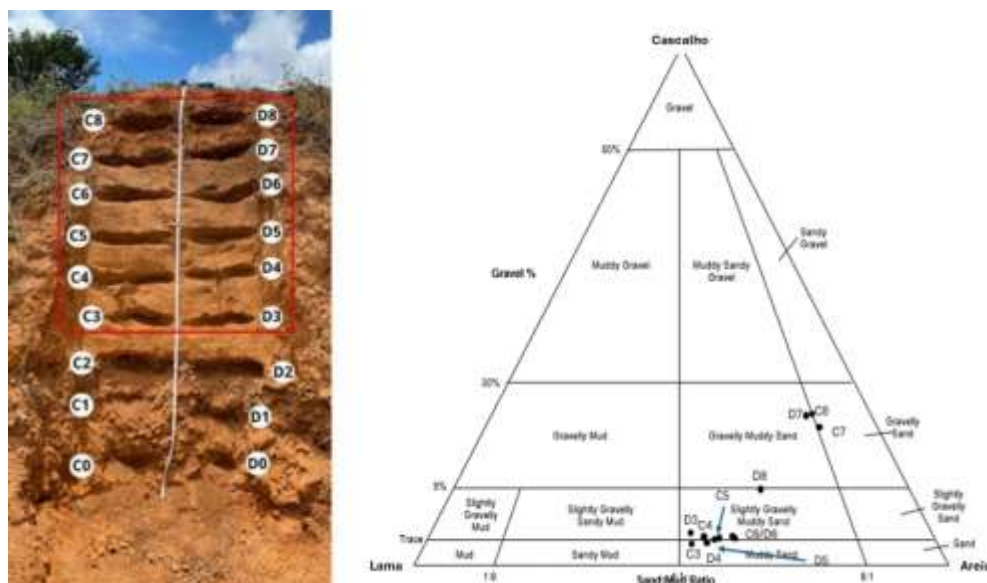


Fonte: autores (2024).

A análise granulométrica das amostras associada ao gráfico de Shepard referente à corrida de lama tal como demonstra o gráfico 2, indica que as amostras foram mal selecionadas, com uma predominância de areia de cerca de 60% a 70%. As amostras foram classificadas texturalmente como Areia Argilosa, evidenciando essa dominância arenosa de forma mais expressiva. Esses dados indicam que os sedimentos foram depositados em uma corrente de lama, um ambiente de variações de energia, onde o meio de transporte facilitou a deposição de diferentes grãos, depósitos de enxurrada são característicos de regimes onde o sistema remove as

fácies mais finas das áreas-fontes gerando um depósito que tem uma mecânica de transporte associada a liquefação dos materiais transportado e na medida que atinge no nível de base, há decantação das fácies finas gerando depósitos com estruturas maciças. Esse cenário está em concordância com os colúvios encontrados nas cimeiras do Planalto da Borborema por Amorim et al (2020) e Tavares (2015).

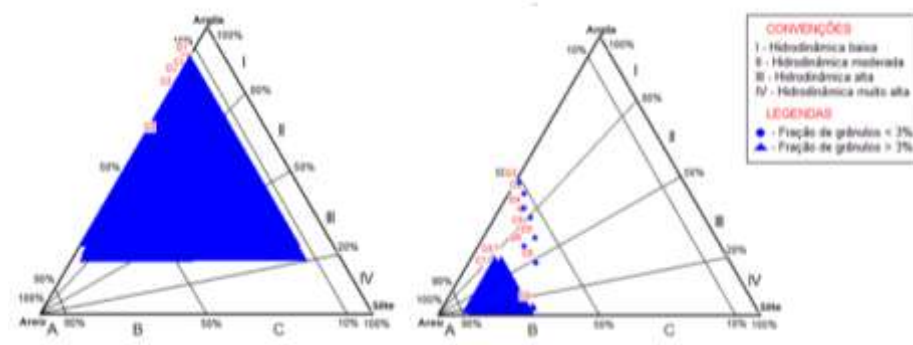
Gráfico 2– Diagrama de Shepard (Gradistat, 2001) da *litofácie* fluxo de lama.



Fonte: autores (2024).

Como se observa no terceiro gráfico da análise de Pejrup da *litofácie* fluxo de detritos, as amostras possuem uma variação hidrodinâmica de baixa a alta. Isso significa que os sedimentos foram transportados em um ambiente de energia turbulenta com mais viscosidade e na medida que a energia de transporte se esvai, a turbulência diminui e o regime hidrodinâmico é reduzido. Em outras palavras, o ambiente de deposição foi caracterizado por um regime hidrodinâmico menor, menos intenso do que o das amostras de gráfico corrida de lama. A corrida de lama (gráfico 4) apresenta uma granulometria menor e com presença de clastos flutuantes numa matriz fina que implica a formação de um depósito mais distal, ou seja, um transporte mais longo e menos turbulento. Isso leva a baixa energia de escoamento do regime de deposição de grãos menores.

Gráfico 3 e 4 – Dados da análise do diagrama de hidrodinâmica de Pejrup
Corrida de lama e Fluxo de Detritos



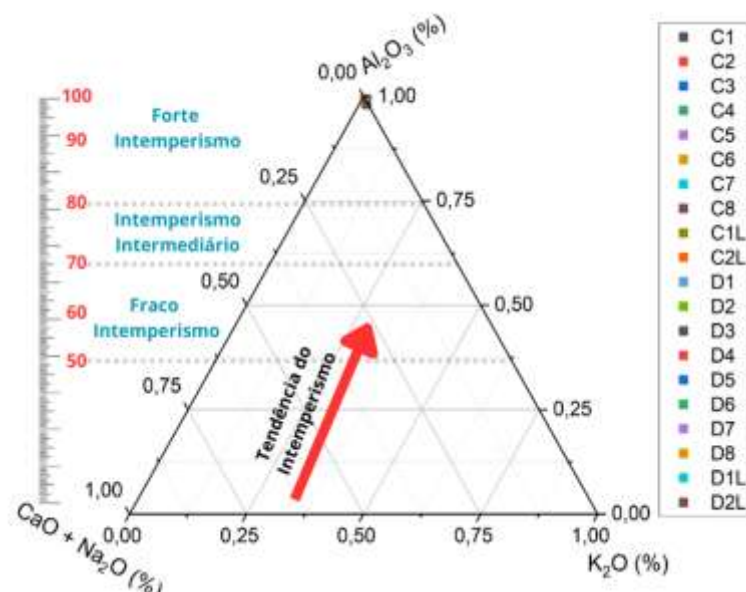
Fonte: Autores (2024).

Análise Geoquímica

Através do Índice de Geoquímico de Alteração (CIA), que avalia o grau de alteração química dos sedimentos medindo variações do intemperismo dentro de um perfil, notou-se que todas as amostras são altamente intemperizadas, ficando localizadas no âmbito do forte intemperismo de acordo com o gráfico 5. Esse cenário, de forte grau de alteração, se repete nas frações das laterias como demonstra o gráfico 6, com exceção daquelas que não apresentam o alumínio em determinadas frações. Nesse sentido mesmo com a ausência desse elemento em algumas frações não interfere no resultado geral onde os dados apontam para um índice de intensa maturidade química, ou seja, alto índice de alteração (Nesbitt e Young, 1982), indicativos de um contexto de precipitação elevada.

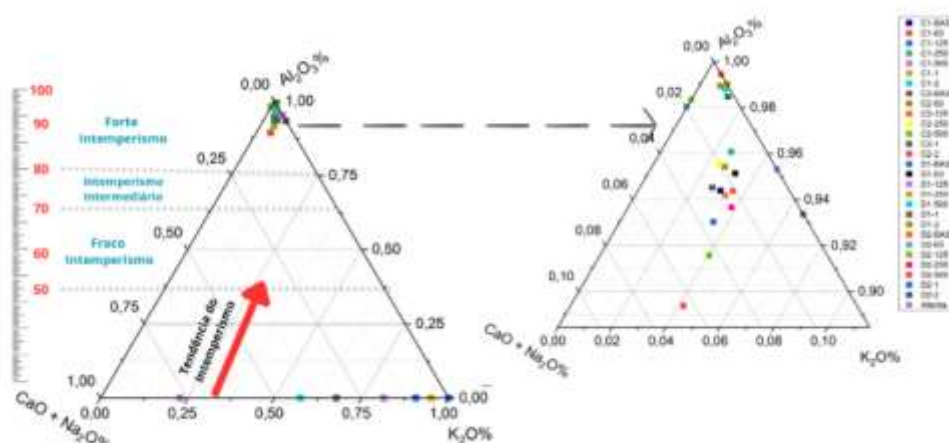
Sendo assim, é importante mencionar o fato da área está associada em um regime climático semiárido, mas a topografia da área e a geomorfologia frente aos condicionantes climáticos locais facilita o processo de intemperização desses mantos mesmo em condições semiáridas (Nash e McLaren, 2007).

Gráfico 5 – Índice de CIA de todas as amostras analisadas



Fonte: Autores (2024).

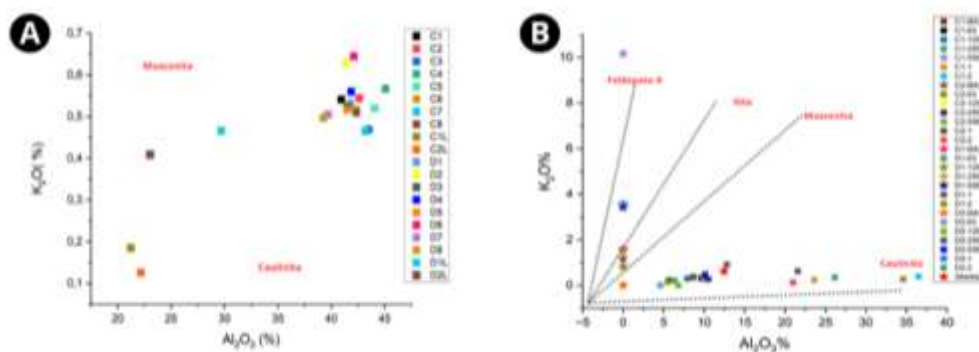
Gráfico 6 – Índice de CIA das frações das lateritas



Fonte: Autores (2024).

A relação entre alumínio e potássio vai estar relacionada com a própria origem do material. Em ambos os contextos, de todas as amostras como se observa gráfico 7 e das frações das lateritas apresentadas no gráfico 8, têm-se um domínio caulinitico. Isso não significa que o material de origem das amostras seja rico em caulinita, mas sim que através do alto grau de alteração, ou seja, intenso intemperismo químico, em função da precipitação e um relevo de declividade suave, a formação significativa de minerais aluminosos, como a caulinita, é produzida, ocorrendo uma correspondência com os altos valores de CIA.

Gráfico 7 (A) e 8 (B) – Relação entre Alumínio e Potássio de todas as amostras analisadas e Relação de Alumínio e Potássio das frações de lateritas



Fonte: autores (2024)

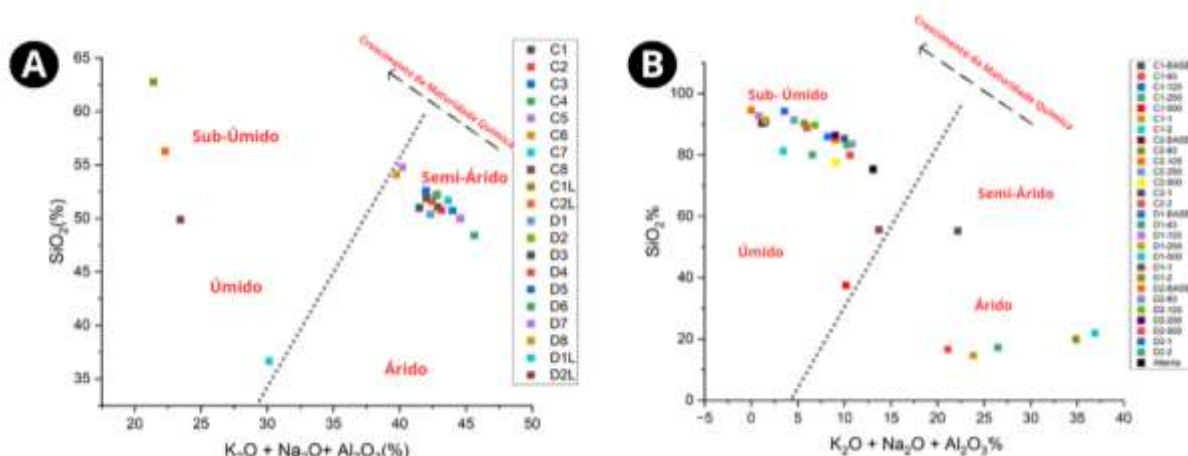
A relação entre sílica, alumínio, potássio e sódio oferece informações sobre o ambiente formativo e deposicional dos sedimentos. No contexto de todas as amostras Conforme ilustrado gráfico 9, as lateritas se encontram em contextos úmidos e subúmidos, o que condiz com o alto grau de alteração química visto em CIA, sugerindo que a base do perfil foi formada em um contexto climático distinto do atual, tendo ocorrido um período de estabilidade, que permitiu a formação das lateritas. Para as demais amostras (C1-1, C1-2, C2-1, C2-2, D1-2, D2-2), que se encontram em um setor igual ao atual semiárido, pode-se sugerir um contexto inverso (Fonsêca, 2024; Santos, 2024), em que a relação de sílica, potássio, sódio e alumínio está relacionada às condições de deposição, ou seja, sofreu um intenso intemperismo químico prévio e foi transportada para um ambiente distinto, nesse caso, o ambiente semiárido.

As frações das lateritas analisadas se encontram como se observa gráfico 10, em sua maioria, em contexto úmido e subúmido, assim como a alterita referente ao saprólito, corroborando o proposto acima do período de formação distinto do atual, com uma provável estabilidade, permitindo a formação das lateritas.

Índice de Lateralização visto no gráfico 11, auxilia na identificação de sedimentos que estão mais desgastados geoquimicamente, bem como aqueles sedimentos que foram retrabalhados e, portanto, não foram formados in situ (critérios de formação). No contexto de todas as amostras, a maioria se encontra no âmbito da fraca laterização, com exceção da base do perfil - as lateritas - que já se localizam no panorama de laterização moderada com três delas sendo consideradas lateritas ferruginosas - C1L, C2L, D2L (estando essa última no limite entre ferruginosa, laterita e caulinítica) - e uma delas, D1-L, laterita caulinítica.

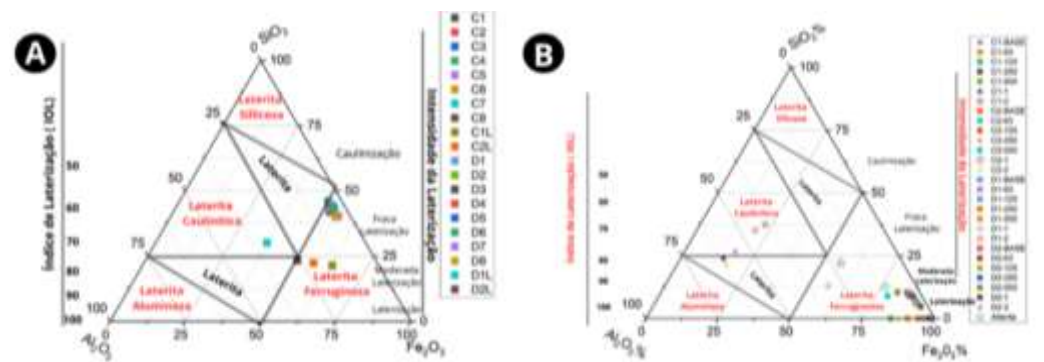
No contexto das frações das amostras lateríticas representados no gráfico 12, referente a base do perfil, temos um cenário em que todas as frações se estendem da moderada laterização a laterização, estando a sua maioria localizada no âmbito da ferruginosa.

Gráfico 9 (A) e 10 (B) – Índice de Paleoambiente de todas as amostras em análise e Relação do paleoambiente das frações de lateritas



Fonte: autores (2024).

Gráfico 11 (A) e 12 (B) – Índice de Laterização de todas as amostras em análise e Índice de Laterização das frações das lateritas em análise



Fonte: autores (2024).

DISCUSSÃO

Perspectiva Sedimentológica

As análises granulométricas das 18 amostras sedimentares coletadas indicam claramente a atuação de diferentes mecanismos deposicionais, refletindo ambientes

coluvionares e fluxos gravitacionais típicos de áreas de relevo acidentado e vulnerável a movimentos de massa, como é característico da Chapada Diamantina.

A predominância de sedimentos mal a pobremente selecionados, conforme os parâmetros de Folk e Ward (1957), sugere ambientes de deposição de alta energia e curta distância de transporte, onde não há tempo ou estabilidade suficiente para a separação granulométrica efetiva dos sedimentos. Isso é compatível com fluxos gravitacionais densos, como fluxos de detritos e corridas de lama, que carregam uma variedade de tamanhos de grãos. A assimetria positiva (caimento à direita) predominante nas amostras indica uma energia decrescente ao longo do transporte, típica de sistemas coluvionares que perdem energia ao atingir áreas mais planas, o que favorece a deposição de material fino sobre uma base mais grosseira – estrutura típica de um evento episódico de alta energia seguido de decantação em ambiente mais calmo.

A presença de diferentes tipos de curtose (platicúrtica, leptocúrtica e mesocúrtica) reforça a variabilidade nos processos de sedimentação. A predominância de platicurtose indica uma maior variedade de tamanhos de grãos, o que, novamente, aponta para a ação de fluxos não uniformes, em que múltiplos pulsos deposicionais ou oscilações hidrodinâmicas deixam registros texturais distintos. As amostras leptocúrticas indicam momentos de maior uniformidade no transporte, sugerindo pulsos mais estáveis, enquanto as mesocúrticas sinalizam uma distribuição mais “normal” dos sedimentos, compatível com eventos intermediários ou pós-eventos com energia mais regular.

A classificação dos sedimentos nos gráficos de Shepard e Gradistat reforça a atuação de dois principais tipos de fluxo:

- Fluxos de detritos: Evidenciados pela alta proporção de cascalho e areia muito grossa em matriz fina, especialmente nas amostras associadas ao gráfico 1. Esses depósitos são típicos de áreas de declive onde o material do regolito é mobilizado por gravidade, sendo comparáveis aos colúvios descritos em outras regiões semiáridas do Nordeste, como as encostas da Baixa Verde (Pernambuco) e o piemonte da Borborema.
- Corridas de lama: Esses fluxos são típicos de ambientes onde a água atua como agente lubrificante e transportador, promovendo a liquefação de material inconsolidado e permitindo a rápida deposição em ambientes topograficamente deprimidos, como pequenas várzeas ou sopés de encosta.

A ocorrência dessas duas litofácies indica uma dinâmica deposicional controlada por eventos de alta magnitude e baixa recorrência. Isso favorece movimentos de massa intensos que deslocam material das encostas para áreas mais baixas. No entanto, esse cenário indica momentos pretéritos na dinâmica de encosta, uma vez que a semiaridez atual possui pouca competência para a remoção dos mantos de intemperismo. Essa condição é concordante com outros setores do nordeste brasileiro como na Serra da Capivara a partir dos postulados de Macedo, Felice e Corrêa (2025), Fonsêca et al (2024) e Santos (2024) que ao analisarem contextos semiáridos no nordeste brasileiro indicam que fases de remobilização dos mantos ao longo do Quaternário tardio, com presença de fluxos de detritos e fluxos de lama como depósitos correlativos ao perfil em tela.

Entretanto, na área em questão, por se tratar de uma cimeira, as fácies encontradas estão associadas a pulsos de energia distinta com competência ora para remobilização dos mantos em sua totalidade (fluxos de detritos) e ora para depósitos de enxurrada típicas de corrida de lama, essas condições são reforçadas pelos dados obtidos por Corrêa (2001) no contexto do Maciço da Serra da Baixa Verde, por Amorim et al (2020) e por Corrêa et al (2024).

Implicações Morfogenéticas e Pedogenéticas

A presença de depósitos coluvionares evidencia uma forte influência da morfogênese atual (processos ativos de relevo) sobre a formação e reconfiguração das coberturas pedológicas. A alternância entre fases de estabilização e erosão favorece o desenvolvimento de perfis de solo interrompidos ou policíclicos, com horizontes retrabalhados.

Associando o índice de CIA e Paleoambiente, é possível inferir a possibilidade de um período de estabilidade in situ, em um clima úmido ou subúmido, que permitiu a formação das lateritas e a maturidade geoquímica, pelo menos no contexto das fracionadas. Para o contexto geral, da base ao topo do perfil, é possível pensar - também associado ao índice de paleoambiente e CIA, um momento posterior de deposição - em contexto árido ou semiárido, de sedimentos já quimicamente alterados que, após o fim da deposição e início de um período de estabilidade, levou a formação de um ferricrete que, com a estabilidade atual, pode alterar-se in situ gerando lateritas. Isso porque, apesar dos debates sobre as definições de laterita e ferricrete (Augustin

et al., 2013), alguns autores aceitam distinguir as duas formações em função da sua genética, ou seja, local de formação (Widdowson, 2007). O ferricrete, por sua vez, como pontuado por Widdowson (2007), teria uma origem alóctone, ou seja, sua acumulação de ferro e/ou alumínio ocorre pela entrada de sedimento rico nesses elementos. Nesse contexto, partindo da distinção oferecida por Widdowson (2007) entre Lateritas e Ferricretes e dos índices analisados, para a área do Complexo Coreia (Morro do Chapéu, BA), é possível elaborar o seguinte modelo evolutivo para a região: 1- Momento de alteração in situ do saprólito levando a formação de Lateritas. Nesse primeiro momento, em virtude dos índices, é possível pontuar um contexto climático mais úmido. 2- Momento de deposição, de sedimentos quimicamente mais alterados, levando a formação de ferricrete. Para esse contexto, é possível inferir, pelos índices geoquímicos, um contexto climático de semiaridez com características semelhantes ao clima hodierno, onde o material ao ser depositado a partir de fluxos gravitacionais, apresenta uma grande maturidade química. 3- Atualmente, o ambiente se encontra em um contexto de estabilidade o que pode conduzir a um processo pedogenético, ou seja, a formação de solo – que, em virtude do intemperismo, por uma alteração in situ pode levar a formação de lateritas ou de um solo enriquecido em ferro. Todavia, apesar dos índices apoiarem o modelo apresentado anteriormente, alguns pontos precisam ser destacados.

Primeiramente, como destacado por Nash e McLaren (2007), a paisagem geomorfológica, ou seja, o relevo exerce influência nas condições de umidade do ambiente sem que, necessariamente, seja fruto de alguma mudança climática. Tal contexto pode ser empregado na região de Morro do Chapéu quando nos recordamos que a área está no setor norte da Chapada Diamantina, dentro do núcleo semiárido com cotas altimétricas que atingem até 1260 metros. Esta condição indica uma área receptora de ventos provenientes dos sistemas atmosféricos advindos do Atlântico e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), trazendo umidade para esses setores elevados do Planalto Sedimentar (Bigarella et al, 2008), da mesma forma que a topografia da área em questão apresenta baixa declividade, o que permite em alguns setores o desenvolvimento de mantos mais profundos, cenário semelhante ao que Tavares (2015) encontrou para a cimeira da escarpa ocidental da Borborema, e o que Gurgel et al (2013) postulou na cimeira do Maciço do Pereiro acerca da formação de mantos mais profundos. Ou seja, partindo dessa perspectiva, as lateritas encontradas

na base do perfil podem ser fruto de um pulso mais úmido (semiaridez mais branda) ou estarem atrelados a um contexto semiárido semelhante ao atual. Junto a isso, também existe a possibilidade de todo o perfil, incluindo as lateritas, terem origem alóctone; o que nos conduz a um segundo modelo: 1- Formação de lateritas em um pulso úmido em uma área relativamente próxima da área de deposição. 2- Transporte e deposição das lateritas. 3- Breve momento de estabilidade e desenvolvimento de um manto de intemperismo. 4- Deposição de sedimentos ricos em ferro e alumínio, quimicamente maduros, em contexto semiárido levando a formação de Ferricrete. 5- Momento atual de estabilidade que pode conduzir a alteração autóctone, levando a formação de lateritas, ou processo pedogenético.

O segundo modelo está em consonância com os dados sedimentológicos, levando em consideração os parâmetros analisados no que concerne o grau de seleção, a curtose e assimetria dos materiais. Além disso, os dados coadunam com postulados acerca da formação de crostas lateríticas associados à pedogênese posterior ao processo deposicional por fluxos gravitacionais (Tavares, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da abordagem sedimentológica e geoquímica, foi possível estabelecer alguns insights sobre a evolução desses depósitos que sugere diferentes pulsos geomorfológicos atrelados a eventos de formação de diferentes graus de magnitude, transpostos em cenários de maior estabilidade na evolução de mantos de intemperismo seguindo a lógica pedogênica. A presença dos ferricretes pode ser um importante marcador de estabilização e oxidação de perfis depositários em decorrência da migração de água em seu interior, resultante na interação com a ascendência e descendência do lençol freático. Apresentam características de ao menos 3 padrões: Fluxos de Detritos, de tipo Clasto Suportado e matriz suportado; um possível cambissolo associado a depósito de colúvio sob condições de corrida de lama – índice de instabilidade e sedimentação sucedida de um processo de pedogenização – compostos por materiais oxidados quimicamente; e um padrão e isoalterita relativos ao regolito, correspondente a características ainda aparentes da rocha matriz.

A análise dos depósitos na Chapada Diamantina Norte indica dois modelos para a evolução da paisagem no Quaternário tardio. O primeiro, autóctone,

sugere alteração in situ do saprólito formando lateritas em clima mais úmido, seguida pela deposição de sedimentos quimicamente maduros que originam ferricrete em contexto semiárido semelhante ao atual. Na fase contemporânea, a estabilidade climática favorece processos pedogenéticos, com possível formação de solos enriquecidos em ferro. O segundo modelo, alóctone, propõe a formação de lateritas em pulso úmido em áreas próximas, transporte por fluxos de detritos viscosos e deposição, breve intemperismo, e posterior deposição de sedimentos ricos em ferro e alumínio (corridas de lama) em clima semiárido, resultando em ferricrete. Atualmente, a estabilidade favorece alteração autóctone e pedogênese, com geração de cambissolos sobre depósitos coluvionares. Dados sedimentológicos apontam predominância de litofácies de fluxos de detritos e corridas de lama, indicando eventos de alta magnitude e baixa frequência. Esse cenário é coerente com registros em áreas elevadas do Nordeste brasileiro, onde mantos de intemperismo formados em fases úmidas foram desmantelados por eventos extremos em períodos semiáridos, contribuindo para a compreensão da dinâmica geomorfológica do semiárido nordestino no Quaternário tardio.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, R. de F.; CORRÊA, A. C. de B.; MUTZENBERG, D.; MEIRA, D. A. **Evolução holocênica das encostas da bacia do riacho Bruscas, Nordeste do Brasil**. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 39, p. 112-125, 2020. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/157557> . Acesso em 02/07/2025.
- ARAÚJO SILVA, Thaysa Gisella Mendes de. **Caracterização arqueológica e ambiental da Chapada Diamantina Norte: Morro do Chapéu, Bahia**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arqueologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2025.
- AUGUSTIN, C. H. R. R. et al. **Lateritas: um conceito ainda em construção**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 3, p. 241–257, jul./set. 2013. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/202> . Acesso em: 10/10/2023.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008. v. 2.
- BIRKELAND, P. W. **Soils and geomorphology**. New York: Oxford University Press, 1999. 372 p.
- CALDERÓN, V. **Notícia Preliminar sobre as Sequências Arqueológicas do Médio São Francisco e da Chapada Diamantina, Estado da Bahia**. [S.l.], 1967.
- CORRÊA, A. C. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; LIRA, D. R.; MUTZENBERG, D. S.; CAVALCANTI, L. C. S. **The Semi-arid Domain of the Northeast of Brazil**. In: **THE PHYSICAL GEOGRAPHY OF BRAZIL**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2019. p. 119-150.

CORRÊA, A. C. B.; SANTOS, JOSÉ DANILO DA CONCEIÇÃO; FONSÊCA, D. N.; LIRA, DANIEL RODRIGUES DE; SILVA, TELMA MENDES DA. **Dinâmica geomorfológica de depósitos coluviais do Planalto da Borborema (Nordeste do Brasil) através do emprego de microscopia eletrônica de varredura em fração de 200-250 µm.** *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 10, p. 363-385, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/36637>. Acesso em: 12/11/2024.

CRUZ, L. O. M. **Assinatura geoquímica de unidades coluviais da bacia do Córrego do Rio Grande – Depressão de Gouveia/MG.** 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. **Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 152, n. 3-4, p. 319–337, set. 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031018299000619>. Acesso em: 11/12/2023.

ETCHEVARNE, Carlos. **As particularidades das expressões gráficas rupestres da Tradição Nordeste, em Morro do Chapéu, Bahia.** *CLIO: Série Arqueológica*, v. 24, p. 41-60, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/clioarqueologica/article/view/246671>. Acesso em: 02/03/2025.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters.** *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, p. 3–26, 1957. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/sepm/jsepm/articleabstract/27/1/3/95232/Brazos-River-bar-Texas-a-study-in-the-significance?redirectedFrom=PDF>. Acesso em: 09/09/24.

FONSÊCA, D. N. **Evolução geomorfológica e sedimentação quaternária no setor oriental do Piemonte da Borborema.** 2018. 195 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

FONSÊCA, Drielly Naamma; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros; TAVARES, Bruno de Azevêdo Cavalcanti; LIRA, Daniel Rodrigues; BARROS, Ana Clara Magalhães; MUTZENBERG, Demétrio da Silva. **Coupling of tectonic factors and precipitation variability as a driver of Late Quaternary aggradation in Northeast Brazil.** *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 45, p. 3525–3539, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/esp.4982>. Acesso em: 04/07/24.

FONSÊCA, D. N. *et al.* **Climatically driven quaternary sedimentation in a passive margin tropical context: insights into the geomorphological evolution in Northeastern Brazil.** *Geomorphology*, v. 461, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X24002666>. Acesso em 12/12/2024.

GURGEL, Silvana P. P. *et al.* **Cenozoic uplift and erosion of structural landforms in NE Brazil.** *Geomorphology*, v. 186, p. 68–84, 1 mar. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X12005818>. Acesso em: 06/08/2024.

HAVRE, G. V. **Interações: análise da complexidade no registro rupestre do Vale de Ventura, Morro do Chapéu, Bahia.** 2015. 329 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

HAVRE, Grégoire Van. **Análise das redes e a arte rupestre: a Toca do Pepino, Morro do Chapéu, Bahia.** *PetrArt*, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/petrart/article/view/39837>. Acesso em 09/09/2023.

MACEDO, A. O.; FELICE, G. D.; CORRÊA, A. C. B. **Depositional processes and the formation of the paleontological and archeological record at the Lagoa dos Porcos site, Southeastern Piauí.** *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 26, p. 2662, 2025. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2662>. Acesso em: 05/05/2025.

MUTZENBERG, D. **Gênese e ocupação pré-histórica do sítio arqueológico Pedra do Alexandre: uma abordagem a partir da caracterização paleoambiental do vale do Rio Carnaúba-RN**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MUTZENBERG, D. **Ambientes de ocupação pré-histórica no Boqueirão da Pedra Furada, Parque Nacional Serra da Capivara-PI**. 2010. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

MUTZENBERG, D. et al. **Sítio arqueológico Lagoa Uri de Cima: cronoestratigrafia de eventos paleoambientais do semiárido nordestino**. *Fumdhamentos*, p. 51-68, 2013. Disponível em: <http://fumdham.org.br/wp-content/uploads/2018/08/fumdham-fumdhamentos-x-2013-773626.pdf>. Acesso em: 04/04/2023.

NESBITT, H. W.; YOUNG, G. M. **Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites**. *Nature*, v. 299, p. 715–717, 1982. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/299715a0>. Acesso em: 20/03/2024.

NASH, D. J.; McLAREN, S. J. **Introduction: geochemical sediments in landscapes**. In: NASH, D. J.; McLAREN, S. J. (eds.). *Geochemical sediments and landscapes*. Austrália: Blackwell Publishing Ltd, 2007. p. 1–10.

PEJRUP, M. **The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach**. In: BOER, P. L.; VAN GELDER, A.; NIO, S. D. (eds.). *Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies*. Dordrecht: D. Reidel, 1988. p. 289-300.

ROCHA, A. J. D. **Geoparque Morro do Chapéu, Bahia (Proposta)**. Salvador: CBPM, 2013. 64 p.

SANTOS, J. D. C. **Evolução geomorfológica da paisagem da bacia hidrográfica do Riacho do Meio, afluente do rio Ipanema, Pesqueira-PE**. 2024. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

SHEPARD, F. P. **Nomenclature base don sand-silt-clay rations**. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 24, p. 151-158, 1954. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/sepm/jsedres/articleabstract/24/3/151/95147/Nomenclature-based-on-sand-silt-clay-ratios>. Acesso em: 08/11/2024.

TAVARES, B. A. C. **Evolução morfotectônica dos pedimentos embutidos no Planalto da Borborema**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

TAYLOR, G. R.; EGGLETON, R. A. **Regolith geology and geomorphology**. Chichester: John Wiley, 2001.

WIDDOWSON, M. **Laterites and ferricretes**. In: NASH, D. J.; McLAREN, S. J. (eds.). *Geochemical sediments and landscapes*. Chichester: Blackwell Publishing Ltd, 2007. p. 46–95.