

## RELAÇÃO SOLO-RELEVO SOB INFLUÊNCIA DA ALTITUDE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

*SOIL-RELIEF RELATIONSHIP UNDER THE INFLUENCE OF ALTITUDE IN THE BRAZILIAN SEMIARID*

*RELACIÓN SUELO-RELIEVE BAJO LA INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO*

*RELATION SOL-RELIEF SOUS L'INFLUENCE DE L'ALTITUDE DANS LE SEMI-ARIDE BRÉSILIEN*

33

### GABRYELLE DE FARIAS SOUSA

Mestranda em Ciência do solo /UFPB.

E-mail: [gabryellesousa1205@gmail.com](mailto:gabryellesousa1205@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6794-9091>

### AILSON DE LIMA MARQUES

Doutorando em Geografia /UFPB.

E-mail: [marques.ailson1@gmail.com](mailto:marques.ailson1@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6838-275X>

### DEBORA COELHO MOURA

Doutora em Ciências Biológicas, Professora da Universidade Federal de Campina Grande/UFCG.

E-mail: [debygeo@hotmail.com](mailto:debygeo@hotmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2663-2308>

### AURELIANA SANTOS GOMES

Mestranda em Ecologia e Conservação/UEPB.

E-mail: [aurelianagomes7@gmail.com](mailto:aurelianagomes7@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9385-0842>

### RODRIGO SANTANA MACEDO

Doutor em Ciências do Solo e Nutrição de Plantas/USP.

E-mail: [macedors.rodrigo@gmail.com](mailto:macedors.rodrigo@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0462-1480>

### MILTON CÉSAR COSTA CAMPOS

Doutor em Agronomia / Professor da Universidade Federal da Paraíba/ UFPB.

E-mail: [mcesarsolos@gmail.com](mailto:mcesarsolos@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8183-7069>

### CRISTIANO DOS SANTOS SOUSA

Mestre em Ciência do solo /UFPB.

E-mail: [csagronomia@gmail.com.br](mailto:csagronomia@gmail.com.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8804-6545>

### FRANKLIN SALES DE ARAÚJO

Graduação em Agroecologia /UEPB.

E-mail: [franklin.araujo@aluno.uepb.edu.br](mailto:franklin.araujo@aluno.uepb.edu.br), ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7681-3704>

### EMANUEL DA COSTA CAVALCANTE

Mestre em Ciência do solo /UFPB.

E-mail: [emanuelafc@gmail.com](mailto:emanuelafc@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3015-4847>

### JOSÉ FÉLIX BRITO NETO

Doutor em Agricultura /UNESP.

E-mail: [felix.brito@servidor.uepb.edu.br](mailto:felix.brito@servidor.uepb.edu.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1547-5557>

### RAPHAEL MOREIRA BEIRIGO

Doutor em Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, Professor da Universidade Federal da Paraíba /UFPB.

E-mail: [raphael@cca.ufpb.br](mailto:raphael@cca.ufpb.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6857-149X>

Recebido: 09/24    Avaliado: 12/24    Publicado: 01/25

## RESUMO

Os gradientes de altitude interferem nas propriedades físicas e químicas dos solos que compõe uma mesma unidade geomorfológica. O trabalho objetiva analisar a relação solo - relevo no maciço residual do Pico do Jabre. Como metodologia, foram coletadas amostras de solo nos horizontes dos perfis seguindo o esquema de Catena. A pesquisa resultou na ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos. A variação destes solos reflete as condições de drenagem, transporte diferencial e deposição de sedimentos erodidos, que associados à processos pedogenéticos são responsáveis pelas diferenças morfológicas e pelos atributos físicos e químicos dos solos. Os relevos residuais da Caatinga desempenham um importante papel no fornecimento de dados para o entendimento da evolução da paisagem semiárida brasileira.

**Palavras-chave:** Área de exceção. Caatinga. Gradiente de altitude. Pedogeomorfologia.

## ABSTRACT

Altitude gradients influence the physical and chemical properties of soils within the same geomorphological unit. This study aims to analyze the soil-terrain relationship in the residual massif of Pico do Jabre. Soil samples were collected from profile horizons following the Catena scheme. The research resulted in the occurrence of Red-Yellow Oxisols, Red-Yellow Ultisols, Litholic Neosols, and Regolithic Neosols. The variation in these soils reflects the conditions of drainage, differential transport, and deposition of eroded sediments, which, associated with pedogenetic processes, are responsible for the morphological differences and physical and chemical attributes of the soils. The residual reliefs of the Caatinga play an important role in providing data for understanding the evolution of the Brazilian semiarid landscape.

**Key words:** Altitude gradient. Caatinga. Exceptional area. Pedogeomorphology.

## RESUMEN

Los gradientes de altitud influyen en las propiedades físicas y químicas de los suelos dentro de la misma unidad geomorfológica. Este estudio tiene como objetivo analizar la relación suelo-terreno en el macizo residual del Pico do Jabre. Se recolectaron muestras de suelo de los horizontes de los perfiles siguiendo el esquema de Catena. La investigación resultó en la presencia de Latosoles Rojo-Amarillos, Argisoles Rojo-Amarillos, Neosoles Litológicos y Neosoles Regolíticos. La variación en estos suelos refleja las condiciones de drenaje, transporte diferencial y deposición de sedimentos erosionados, que, asociados con procesos pedogenéticos, son responsables de las diferencias morfológicas y de los atributos físicos y químicos de los suelos. Los relieves residuales de la Caatinga juegan un papel importante en proporcionar datos para entender la evolución del paisaje semiárido brasileño.

**Palabras clave:** Área excepcional. Caatinga. Gradiente de altitud. Pedogeomorfología.

## RÉSUMÉ

Les gradients d'altitude influencent les propriétés physiques et chimiques des sols au sein de la même unité géomorphologique. Cette étude vise à analyser la relation sol-terrain dans le massif résiduel du Pico do Jabre. Des échantillons de sol ont été prélevés dans les horizons des profils selon le schéma de la Catena. La recherche a abouti à la présence de Latosols rouges-jaunes, Argisols rouges-jaunes, Néosols lithologiques et Néosols régolithiques. La variation de ces sols reflète les conditions de drainage, de transport différentiel et de dépôt de sédiments érodés, qui, associés aux processus pédogénétiques, sont responsables des différences morphologiques et des attributs physiques et chimiques des sols. Les reliefs résiduels de la Caatinga jouent un rôle important en fournissant des données pour comprendre l'évolution du paysage semi-aride brésilien.

**Mots-clés:** Caatinga. Gradient d'altitude. Pédogéomorphologie. Zone d'exception.

## INTRODUÇÃO

Os gradientes de altitude são formas de relevo que se destacam na paisagem devido sua altimetria, são filtros ambientais para seleção de uma biodiversidade adaptada às condições edafoclimáticas intrínsecas ao ambiente (Correia et al., 2021; Ferreira; Stehmann, 2023). Tais formações consistem em ecossistemas altomontanos capazes de abrigar espécies biológicas pertencentes a diferentes domínios fitogeográficos (Agra et al., 2004).

O relevo, em conjunto com os diferentes fatores (clima, material de origem, organismos, tempo e posição na paisagem) atuam diretamente na gênese do processo pedogenético (Jenny, 1941; Lehmann; Rillig., 2015), e as elevadas altitudes contribuem para alterações nas propriedades físicas e químicas dos solos que compõe uma mesma unidade geomorfológica e estão minimamente distanciados (Ramos et al., 2020).

Os estudos que visam analisar as relações geomorfológicas e pedológicas permitem compreender a relação relevo - solo de maneira conceitual, metodológica e operacional,

contribuindo diretamente para compreensão da evolução da paisagem dentro da escala geológica (Silva et al., 2020; Machado et al., 2022).

Na região Nordeste do Brasil, no contexto do domínio fitogeográfico da Caatinga, ocorrem diferentes formas de relevos graníticos que se destacam positivamente na paisagem (serras, *inselbergs* e maciços isolados) configurando os gradientes de altitude (Araújo-Filho et al., 2017; Maia, Nascimento., 2018). As formações graníticas que apresentam cotas altitudinais superiores aos 700m são comumente denominadas de “brejos de altitude” e consistem em paisagens de exceção, remanescentes disjuntos da Mata Atlântica (Andrade-Lima, 1982; Góis; Corrêa; Monteiro., 2019).

Apesar da significativa importância desses ambientes, no estado da Paraíba, ainda são incipientes os estudos que buscam avaliar as relações existentes nestas áreas em uma perspectiva pedogeomorfológica. Nesse contexto, a presente pesquisa fez uso de uma abordagem metodológica da pedogeomorfologia, que utiliza o conhecimento das relações solo-relevo para delimitar as superfícies geomórficas (Ruhe, 1956; Olson, 1989; Vidal-Torrado et al., 2005). Tais superfícies são definidas como uma porção da paisagem que apresenta limites geográficos definidos e que são formadas por um ou mais agentes ao longo do tempo (Rueh 1956, Campos et al., 2012).

Para isso, definiu-se a superfície geomórfica representativa no tempo e espaço em uma área de maciço residual presente na região semiárida e, em seguida, avaliou-se os atributos morfológicos, físicos e químicos dos solos em uma Catena a fim de correlacioná-las com as feições da paisagem (Olson, 1989), visando integrar às características pedológicas para entender a gênese da paisagem, em especial desses enclaves úmidos, cujo surgimento envolve mudanças climáticas pretéritas (Brandão, 2016).

Pesquisas dessa natureza certamente podem auxiliar no entendimento dos processos e mecanismos envolvidos na formação de outras regiões do Nordeste brasileiro que apresentem compartimentalização fisiográfica semelhante. Para tanto, a presente pesquisa objetivou analisar a relação solo - relevo no maciço residual do Pico do Jabre.

## MATERIAIS E MÉTODOS

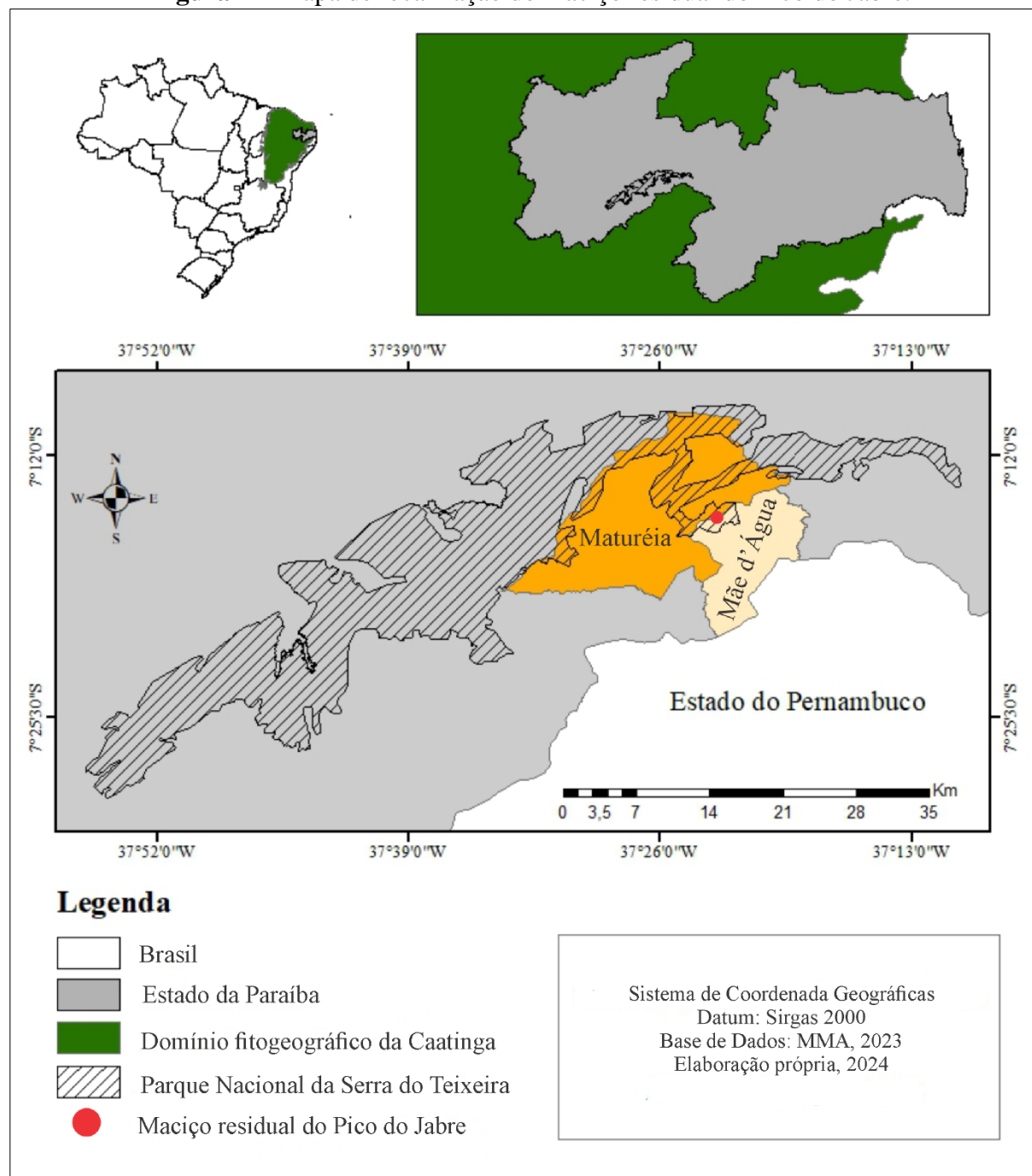
### Caracterização da área de estudo

O estudo em questão foi realizado no maciço residual do Pico do Jabre, atualmente inserido no Parque Nacional da Serra do Teixeira por meio do Decreto n. 11.552 de 05/06/2023 (Brasil, 2023) sob as coordenadas (7° 11' 10" S 37° 25' 53" O) (Figura 1). O Maciço apresenta 1.208 m de altitude (ponto mais alto do estado da Paraíba), localizado entre os municípios de Maturéia e Mãe d'água, sendo uma importante área de preservação nacional. O Pico do Jabre apresenta uma amplitude de 608 m (altura do complexo granítico) em relação ao planalto da Borborema, extensão horizontal de 6,9 km e cimeira formada por dois pontões. A zona serrana de Teixeira apresenta cotas máximas de 700 m, que atingem até 1.208 m de altitude no Pico do Jabre. Para oeste, o nível de 700 m decresce progressivamente até 660 m nos arredores de Princesa Isabel - PB. Adiante verifica-se rápida ascensão altimétrica, que supera os 1.000 m no maciço de Triunfo - PE, onde forma um dos principais brejos de Pernambuco (Agra et al., 2004).

O maciço está inserido na unidade geológica local denominada de Plúton Teixeira, constituída por uma suíte transicional shoshonítica alcalina Teixeira/Serra Branca constituída por leucogranitos e biotita-horblenda sienito (570 Ma U-Pb) (Góis; Corrêa; Monteiro, 2019). O clima é semiárido de baixa altitude e latitude (BSh) segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25°C e precipitação anual em torno de 800mm (Cunha; Silva-

Júnior, 2018). O relevo, associado a temperatura e umidade proporcionada pela precipitação oculta, e a influência direta da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que atua sobre a área, proporciona a existência de um mosaico vegetacional composto principalmente por espécies de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica compondo uma “mata serrana” (Agra et al., 2004; Jaime et al., 2004; Rodal; Sales, 2007). Na área predominam Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos (Marques et al., 2021).

**Figura 1** – Mapa de localização do maciço residual do Pico do Jabre.

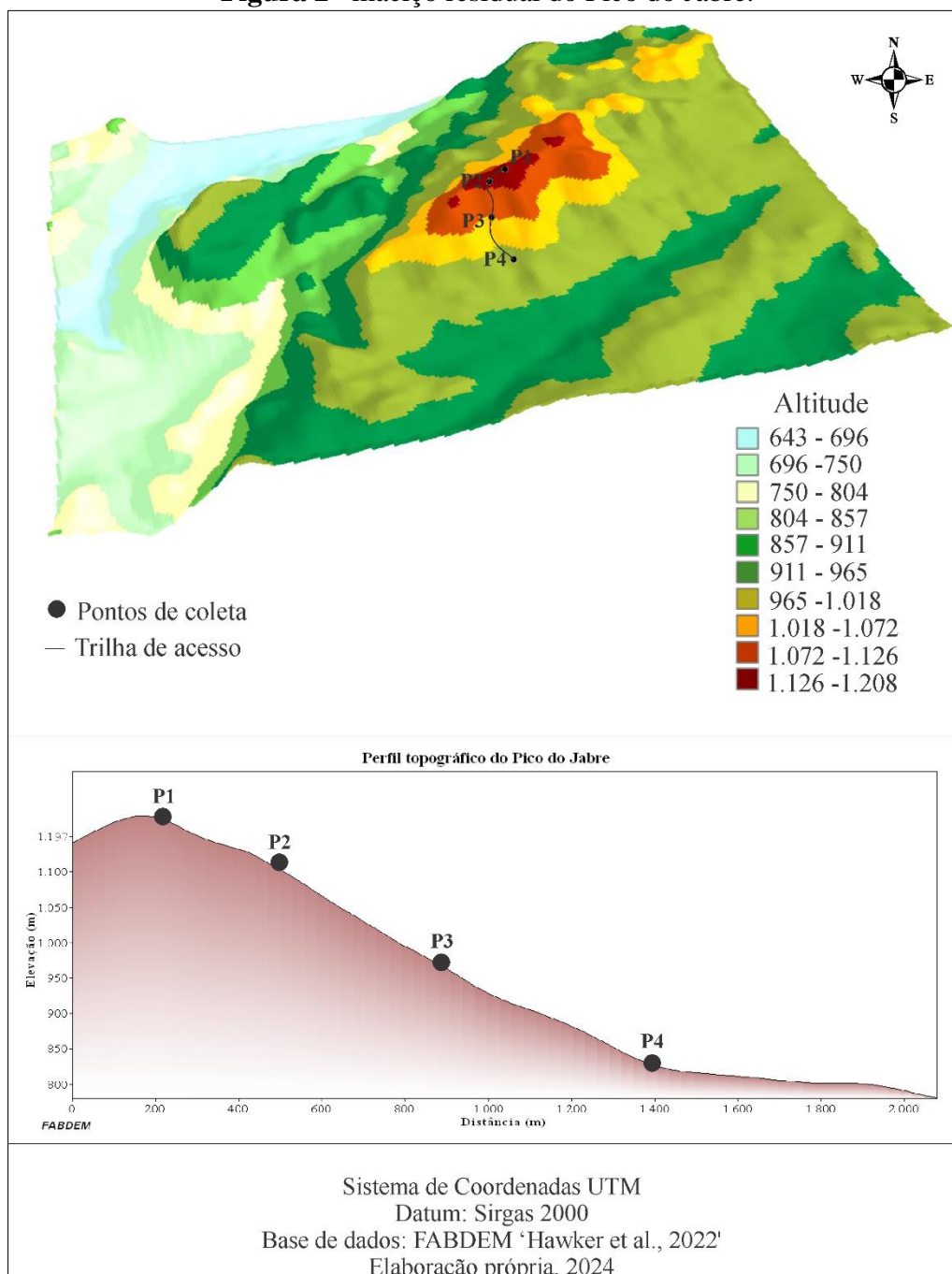


**Fonte:** Ministério do Meio Ambiente (2023)

## Coleta do material pedogenético

Foram estabelecidos os elementos de uma vertente representativa com base nos critérios propostos por (Ruhe, 1956). Nessa vertente foi estabelecida uma Catena onde solos foram coletados, descritos e avaliados conforme critérios sugeridos no Manual de descrição e coleta de solo no campo (Santos et al., 2015). A classificação dos solos ocorreu segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Santos et al., 2018). As amostras de solo foram coletadas nos horizontes dos perfis em pontos específicos posicionados na paisagem, no platô do maciço e em áreas de encosta tomando como base a fitofisionomia da vegetação ao longo do gradiente altitudinal (Figura 2).

**Figura 2** –maciço residual do Pico do Jabre.



**Fonte:** FABDEM - Hawker et al., (2022)

Devido as questões limitantes para o acesso ao interior da área de mata, os perfis foram descritos em cortes posicionados ao longo da estrada nas áreas de encosta. Para a coleta foi realizada uma raspagem na camada superficial do perfil do solo, tendo em vista que o material recebe influência direta de fatores externos, a fim de garantir a preservação dos aspectos físicos e químicos do material coletado.

### Análises químicas e físicas dos solos

O preparo das amostras e as análises físicas e químicas dos solos foram realizadas no Laboratório de Análise de Água, Solo e Planta da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). As análises foram carreadas segundo procedimentos propostos pela Embrapa (Teixeira et al., 2017). A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, utilizando-se NaOH como dispersante. O pH foi determinado em água (1:2,5 - solo:H<sub>2</sub>O). Os teores trocáveis de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, enquanto P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> foram extraídos com solução Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>). A acidez potencial (H + Al) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0. Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foram determinados por espectroscopia de absorção atômica, Al<sup>3+</sup> e H+Al por titulação, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> por fotometria de chama e P por colorimetria. O carbono orgânico total (COT) foi determinado pelo método proposto por Yeomans e Bremner (1988).

## RESULTADOS

A distribuição dos solos na paisagem do Pico do Jabre apresentou variação desde o interflúvio (topo) até o sopé (base). As cotas entre 1000-1208m de altitude predominam os Neossolos Litólicos (RL), com presença de afloramentos de rochas e *boulders* associados com o topo de cristas monoclinais (Tabela 1). Os RL apresentam sequência de horizontes A-Cr ou A-AR-R (Tabela 2). Todos os horizontes do RL (A, AR ou Cr) são francoarenosos cascalhentos (Tabela 3). São solos com reação moderadamente ácida, com baixos níveis de nutrientes e, por conseguinte, reduzida capacidade de troca de cátions e saturação por bases (distróficos) (Tabela 4). Também apresentam baixos teores de carbono orgânico. O horizonte A é bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido). A estrutura é predominantemente granular, muito pequena/pequena e com fraco grau de desenvolvimento pedogenético. Quando presente, o horizonte Cr é majoritariamente bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido), com mosqueado médio, comum e distinto amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido). O horizonte AR é macio, muito friável, não plástico e não pegajoso, com estrutura fraca, pequena do tipo granular.

No segmento de ombro (950-1100 m) há maior aprofundamento do *solum* é comum nesse segmento a associação complexa de Neossolos Regolíticos (RR) e Cambissolos Háplicos (CX). Os RR e CX apresentam sequência de horizontes A-2C1-2C2 e A-AB-2Bi-2Cr, respectivamente. Nesse ponto há formação de solos mais profundos (> 50 cm) com horizonte B incipiente (Bi). Esse apresenta-se bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), com mosqueado pouco, médio e distinto amarelo (10YR 7/6, úmido) (Tabela 2). Também apresentam estrutura do tipo moderada pequena/média blocos subangulares com aspecto maciço *in situ*, e são friáveis, plásticos e pegajosos. Como característica marcante, apresentam 25% da estrutura da rocha granítica e pedregosidade relacionada com a presença de minerais primários. O horizonte diagnóstico (Bi) do Cambissolo é argiloso, enquanto os demais variam de franco-argiloarenoso a franco argiloso (Tabela 3). Todos os horizontes são fortemente ácidos e apresentam baixos CTC e saturação por bases (distróficos) (Tabela 4).

Na meia encosta, com altitude entre 900-950m e sob relevo ondulado/forte ondulado ocorrem predominantemente Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA). Os PVA apresentam

sequência de horizontes A-2Bt1-2Bt2-2Bt3, com o horizonte A apresentando coloração bruno-acinzentado muito escuro (10YR 2/3, úmido), estrutura fraca, pequena a média blocos subangulares que se desfaz em fraca, pequena granular (Tabela 2). Os horizontes 2Bt1 e 2Bt2 vermelho-amarelados (5YR 4/6 e 5YR 5/6, respectivamente; úmido) são constituídos majoritariamente por blocos subangulares médios e grandes com moderado grau de desenvolvimento pedogenético. Estrutura moderada, grande/muito grande prismática também ocorre nos horizontes 2Bt2 e 2Bt3 (Tabela 2). Os horizontes do PVA variam de fortemente (2Bt1) a moderadamente (A-2Bt2-2Bt3) ácidos (Tabela 4). Esses solos são eutróficos e apresentam baixos teores de COT.

No sopé predominam os Neossolos Litólicos (RL) que ocorrem associados com Neossolos Regolíticos (RR). Apresentam sequência de horizonte A-AC, com horizonte A pouco espesso (< 10 cm), de coloração bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), com estrutura fraca pequena/média granular e consistência ligeiramente dura, driável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (Tabela 2). Os horizontes AC diferem do A por apresentarem cor bruno claro acinzentado (10YR 6/3, úmido) ou cinzento claro (10YR 7/2, úmido). Apesar de fortemente a moderadamente ácidos, são eutróficos e apresentam argila de atividade alta (Tabela 4).

**Tabela 1** – Características ambientais das classes de solos no maciço residual do Pico do Jabre-PB.

Solo	Coordenada	Vertente	Altitude	Declivi (%)	Relevo	Material de origem	Vegetação
NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (RLd)	7°15'11.57"S 37°23'4.05"O	Topo	1.208	13	Suave ondulado	Autóctone	Caatinga hipoxerófila
CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (CXvd)	7°15'13.26"S 37°23'8.95"O	Ombro	1.080	21	Ondulado	Pseudo autóctone	Floresta Estacional Montana
ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO Eutrófico abrupto (PVAd)	7°15'19.88"S 37°23'13.05"O	Meia encosta	960	28	Ondulado	Alóctone	Floresta Estacional Montana
NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário (RLe)	7°15'36.52"S 37°23'9.90"O	Sopé	830	20	Suave ondulado	Pseudo autóctone	Caatinga hiperxerófila

**Fonte:** Elaborado pelos autores

**Tabela 2-** Caracterização morfológica dos solos coletados ao longo da Catena no maciço residual do Pico do Jabre.

Hz	Prof. (cm)	Cor (úmida)		Estrutura <sup>1</sup>	Consistência <sup>2</sup>	Cerosidad e <sup>3</sup>	Transição <sup>4</sup>
		Matriz	Mosqueado				
<b>P1 NEOSSOLO LITÓLICO</b> Distrófico típico							
A	0-22	10YR 3/2	-	mp/pe, fr, gra	ma, mfr, npl, npe	-	pl, gr
AR	22-44	10YR 4/2	-	pe, fr, gra	ma, mfr, npl, npe	-	ir, ab
R	44+	-	-	-	-	-	-
<b>P2 CAMBISSOLO HÁPLICO</b> Ta Distrófico típico							
A	0-13	10YR 3/3	-	pe/me, fr, gra	ma, mfr, lpl, npe	-	pl, cl
AB	13-30	10YR 4/4	-	pe/me, mo, ba	ld, fr, lpl, lpe	-	on, cl
2Bi	30-63	10YR 5/4	10YR 7/6	me/gr, mo, ba	ld, fr, pl, pe	-	on, gr
2C	63-110	10YR 6/8	10YR 6/4	ma	ld, fr, pl, lpe	-	-
<b>P3 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO</b> Eutrófico abruptico							
A	0-26	10YR 2/3	-	fr, pe, bs	ld, mfr, lpl, lpe	-	on, cl
2Bt1	26-47	5YR 4/6	-	mo, pe/me, bs	ld, fr, pl, pe	-	pl, gr
2Bt2	47-90	5YR 5/6	10R 5/8	mo, me/gr, bs; mo, me/gr, pr	du, fi, mpl, mpe	po, mo	pl, gr
2Bt3	90-160	2,5YR 4/8	2,5YR 6/8	fo, gr/mg, bs; mo, gr/mg, pr	du, fi, mpl, mpe	co, mo	-
<b>P4 NEOSSOLO LITÓLICO</b> Eutrófico fragmentário							
A	0-8	10YR 4/2	-	pe/me, fr, gra	ma, fr, lpl, lpe	-	on, cl
AC	8-38	10YR 6/3	-	me, fr, ba	ld, fr, lpl, lpe	-	-

**Fonte:** Elaborado pelos autores

1 mp (muito pequeno); pe (pequeno); me (médio); gr (grande); mg (muito grande); fr (fraco); mo (moderado); fo (forte); bs (bloco subangular); ba (bloco angular); gra (granular); ma (maciça); pr (prismática); 2 ma (macia); ld (ligeiramente dura); du (dura); mfr (muito friável); fr (friável); fi (firme); npl (não plástico); lpl (ligeiramente plástico); pl (plástico); npe (não pegajoso); lpe (ligeiramente pegajoso); pe (pegajoso). 3 co (comum); fr (fraca); mo (moderado). 4 ab (abrupta); cl (clara); gr (gradual); pl (plana); on (ondulada); ir (irregular). Fonte: Os autores (2023)

**Tabela 3-** Atributos físicos de uma sequência de solo no Pico do Jabre, município de Maturéia, estado da Paraíba.

Horizonte	Areia Silte Argila			Silte/Argila	Classe textural
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
<b>P1 NEOSSOLO LITÓLICO</b> Distrófico típico					
A	780	100	120	0,83	Francoarenosa
AR	765	113	122	0,92	Francoarenosa
<b>P2 CAMBISSOLO HÁPLICO</b> Ta Distrófico típico					
A	449	203	348	0,58	Franco-argiloarenosa
AB	402	222	376	0,59	Francoargilosa
2Bi	439	141	420	0,34	Argila
2Cr	431	203	366	0,56	Francoargilosa
<b>P3 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO</b> Eutrófico abruptico					
A	574	184	242	0,76	Franco-argiloarenosa
2Bt1	308	112	580	0,19	Argila
2Bt2	382	102	516	0,20	Argila
2Bt3	392	78	524	0,15	Argila



P4 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário					
A	641	73	286	0,25	Franco-argiloarenosa
AC	652	40	308	0,13	Franco-argiloarenosa

Fonte: Elaborado pelos autores

**Tabela 4-** Atributos químicos de uma sequência de solo no Pico do Jabre, município de Maturéia, estado da Paraíba.

Hz	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTCe	CTC	P	V	m	COT	Ta/Tb
	H <sub>2</sub> O	----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----					-----		-----		mg kg <sup>-1</sup>	-- % --		g kg <sup>-1</sup>	
P1 NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico															
A	5,8	4,63	1,27	0,39	0,96	0,26	22,85	7,25	7,50	30,09	173,81	24	3	0,78	251
AR	5,5	4,24	0,57	0,21	0,88	0,27	25,33	5,90	6,17	31,23	75,67	19	4	0,65	256
P2 CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico															
A	5,4	4,56	1,38	0,57	1,00	0,13	9,82	7,51	7,64	17,33	98,35	43	2	1,12	50
AB	5,1	1,81	0,67	2,01	2,91	0,22	14,77	7,39	7,61	22,16	27,42	33	3	0,21	59
2Bi	5,0	0,97	0,33	0,91	1,41	0,15	19,47	3,66	3,81	23,13	2,27	16	4	0,70	55
2Cr	5,1	2,49	0,52	2,51	3,61	0,18	10,23	9,13	9,31	19,36	11,34	47	2	0,20	53
P3 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abráptico															
A	5,4	3,83	1,64	0,33	0,50	0,18	8,83	6,30	6,48	15,13	243,92	42	3	0,20	63
2Bt1	5,3	4,06	1,62	2,22	0,59	0,12	4,95	8,48	8,60	13,43	37,73	63	1	0,07	23
2Bt2	5,5	1,41	1,10	0,86	1,41	0,10	3,80	4,78	4,88	8,58	57,94	56	2	0,04	17
2Bt3	5,4	1,59	1,80	1,13	1,10	0,11	1,98	6,22	6,33	8,20	90,93	76	2	0,03	16
P4 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário															
A	5,3	0,38	0,03	0,30	0,14	0,25	3,96	0,84	1,09	4,80	48,87	18	2	0,13	17
													3		
AC	5,4	4,99	1,54	0,48	0,22	0,12	4,04	7,22	7,34	11,26	90,52	64	2	0,27	37

Fonte: Elaborado pelos autores

## DISCUSSÃO

A variedade de solos na paisagem reflete variações na drenagem subsuperficial, transporte diferencial e deposição de sedimentos erodidos, que associados à processos pedogenéticos específicos são responsáveis pelas diferenças morfológicas e pelos atributos físicos e químicos dos solos.

A ocorrência dos RL está relacionada à resistência de granitos e granodioritos ao intemperismo químico associada a convexidade do terreno, onde o escoamento máximo resulta em uma superfície instável e altamente erosional que favorece o arraste de material em superfície. Assim, a ação dos processos pedogenéticos é reduzida, impedindo o aprofundamento do *solum*, resultando em solos com contato lítico ou lítico fragmentário dentro dos primeiros 50 cm, onde os valores da relação silte/argila > 0,6 indicam a ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis dada a incipiente pedogênese (Embrapa, 2018).

Neossolos Litólicos formados da alteração de granitos e com erosão laminar são comumente encontrados em segmentos de ombro e terço superior de encostas no semiárido brasileiro (Xavier et al., 2021; Souza et al., 2022). A coloração escura do horizonte A do RL é reflexo dos maiores teores de matéria orgânica em superfície. A estrutura granular, muito pequena/pequena e com fraco grau de desenvolvimento pedogenético também foram observadas em estudos prévios realizados no semiárido brasileiro, no qual mostraram que essas cores refletem a hidrólise de minerais primários (p. ex., feldspatos e biotita) e posterior formação de óxidos de ferro (goethita) (Marques et al., 2021; Macedo et al., 2023).

O maior aprofundamento do *solum* no seguimento de ombro (950-1100 m) ocorre pela maior ação do intemperismo químico e a desagregação do material à montante e rastejo em coluvionamento, o que justifica a ocorrência da associação complexa entre RR e CX. A variação granulométrica notadamente em relação aos teores de silte e argila no CX confirma a ocorrência de descontinuidade litológica dada a forte influência de material alóctone na gênese desses solos (solo pseudoautóctone) (Esfandiarpour-Boroujeni et al., 2020). Os Cambissolos ocorrem em maior expressão nas áreas onde os materiais coluviais foram retrabalhados e submetidos a posterior pedogênese sob forte influência de fluxos hídricos subsuperficiais. A coloração amarelada desse solo reflete a presença de goethita, cuja gênese é creditada a herança do material de origem e/ou formação a partir da alteração de minerais primários ou dissolução de hematita, majoritariamente favorecida pelos baixos valores de Fe do material de origem, maiores teores de umidade, notadamente em maiores profundidades (Torrent e Cabedo, 1986; Buol et al., 2011). Estudo recente mostrou que horizontes de solos com evidente processo de xantização (goethização) apresenta duas populações distintas de goethitas, com as litogênicas apresentando menor substituição isomórfica de Al por Fe e, as pedogênicas, às quais incluem fases neofornadas resultantes da dissolução da hematita, no qual apresentam elevada substituição isomórfica (Melo et al., 2020)

As características do horizonte diagnóstico (Bi) do Cambissolo com base nos valores de Ta/Tb indicam ocorrência de filossilicatos expansivos, tais como esmectitas e vermiculitas, cuja gênese é favorecida sob moderado intemperismo em resposta às condições semiáridas atuais (bissialitização). Sob tais condições, vermiculitas geralmente são formadas a partir da redução da carga na camada e perdas de K da entrecamada de minerais micáceos, notadamente as dioctaedrais, enquanto as esmectitas podem resultar tanto da transformação das micas seguida da substituição de Al por Si tetraedral como por precipitação da solução do solo (neogênicas) (Azevedo e Vidal-Torrado, 2016; Omdi et al., 2018). Resultados semelhantes foram obtidos em Cambissolos da região Nordeste sob influência de clima tropical úmido, cuja gênese dos minerais esmectíticos foi creditada a alteração de biotitas (Santos et al., 2017; Oliveira et al., 2018). Tal fato também confirma a ação de um regime de umidade considerável nos Cambissolos estudados suficiente para a gradual dissolução de minerais primários, liberação de  $Fe^{2+}$  e posterior oxidação para  $Fe^{3+}$ , com consequente formação de óxidos de ferro (Santos et al., 2021), notadamente goethita, no qual tem sua ocorrência confirmada a partir da identificação do processo de xantização.

Nesse segmento a água é removida do perfil com facilidade (bem drenado) permitindo o aumento da espessura do *solum*, notadamente do horizonte B. Tal fato justifica a ampla ocorrência de PVA nesse segmento da vertente. Esse maior grau de evolução está associado a remoção parcial da sílica (dessilicação) e a acumulação residual dos óxidos de ferro (ferruginização) e minerais de argila 1:1 - caulinita (monossilicização), ou seja, atuação incompleta do processo de ferralitização (Freitas et al., 2021). Também deve-se salientar que a ocorrência de cascalhos nos horizontes superficiais confirma a influência de material pseudoautóctone na gênese desses solos.

A ocorrência de cerosidade (pouca/comum e moderada) associada aos horizontes Bt dos PVA apontam para o processo de iluviação de argila (argiluviação) e/ou expansão e contração da massa do solo em resposta a ciclos de umedecimento e secamento (Sauzet et al., 2016). A identificação de feições erosivas do tipo laminar ligeira também aponta que o gradiente textural nos PVA também deve resultar da perda preferencial de finos do horizonte superficial (elutriação), no qual é um processo importante na formação de horizonte B textural sob diferentes pedoambientes no território brasileiro (Macedo et al., 2021; Gonçalves et al., 2019). Por último, a ocorrência de mosqueados de alteração amarelo-avermelhados associados a comum ocorrência de fragmentos de rocha com córtex amarelado nos horizontes 2Bt3 e 2Bt3 indica que a hidrólise de minerais primários e posterior formação de argila in situ também é um importante mecanismo envolvido na gênese desses solos com B textural (Santos et al., 2017).

Essas evidências confirmam prévios estudos que mostraram o caráter poligenético de outros PVA sob diferentes condições climáticas no território brasileiro (Silva et al., 2013; Silva et al., 2019).

A associação dos RL com os RR no segmento de sopé é em partes creditada ao rastejamento de material dos segmentos mais elevados da vertente com posterior acúmulo nas partes mais rebaixadas da paisagem. O clima semiárido associado ao intemperismo de rochas resistentes como granitos e/ou granitóides dificulta a formação de horizonte B diagnóstico, resultando em solos com pouca diferenciação entre horizontes, com baixos teores de argila, elevada pedregosidade e características herdadas do material de origem dado o contato lítico fragmentário < 50 cm . A forte relação do material de origem associado às condições climáticas semiáridas na gênese de Neossolos também foi previamente reportado em outros locais da região Nordeste (Santos et al., 2012; Souza et al., 2022; Souza et al., 2023).

## CONCLUSÃO

Os gradientes de altitude são relevos de extrema importância, que atuam como áreas de exceção antigas, são verdadeiros bancos de dados detentores de uma riqueza de informações, exercendo um importante papel tanto no fornecimento de dados paleoambientais , quanto, na prestação de diversos serviços ecossistêmicos. Os solos identificados no maciço residual do Pico do Jabre foram os Neossolos Litólicos, Cambissolos Háplicos/Neossolos Regolíticos e Argissolos Vermelho-Amarelos ao longo do gradiente de altitude, segundo os conceitos de Catena, o que ressalta processos pedogenéticos associados. Os principais processos atuantes na formação destes solos são a resistência do material granítico ao intemperismo, desagregação de material e rastejo em coluviamento, ação incompleta da ferralitização, argilização, iluviação de argila e elutriação. Sugere-se assim, que posteriormente haja execução de trabalhos futuros que possam se atentar para melhorar a compreensão e a importância de estudar-se os relevos relictuais para obtenção de dados que façam avançar as pesquisas em um contexto paleoambiental.

## REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; BARBOSA, M.R. DE V.; STEVENS, W.D. Levantamento Florístico Preliminar do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil. In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.P.; TABARELLI, M. (Orgs.). **Brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. P.123-137.
- ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In: G.T. PRANCE (Orgs.) **Biological Diversification in the Tropics**. New York: Columbia University Press, 1982, P. 245-254.
- ARAÚJO-FILHO, J. C DE., RIBEIRO, M. R., BURGOS, N., MARQUES, F. A. Solos da Caatinga. In: CURI, N., KER, J. C., NOVAIS, R. F., VIDAL-TORRADO, P., SCHAEFER, C. E. G. R. (Orgs.). **Pedologia- Solos dos biomas brasileiros**. Viçosa: Sociedade brasileira de ciências do solo, 2017. P.227-256.
- AZEVEDO, A.C., VIDAL-TORRADO, P. Esmeclita, vermiculita, minerais com hidróxi entrecamada e clorita. in: **Química e mineralogia do solo, parte II**. viçosa: Sociedade brasileira de ciência do solo, 2016.

BRANDÃO, M. H. M. Prováveis ocorrências de enclaves úmidos no alto sertão paraibano. **Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 691–696, 2016. Doi.org/10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10517.

BUOL, S.W., SOUTHARD, R.J., GRAHAM, R.C., MEAN CRYSTAL DIAMETER ANIEL, P.A. **Soil Genesis and Classification**. 6ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

CAMPOS, M. C. C. Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. **Ambiência**, v. 8 p. 963-982, 2012.

CORREIA, J.S., LEMOS, R.P.L., RIBEIRO, R.T.M., LOIOLA, M, I., B. Diversidade Florística dos Afloramentos Rochosos da Reserva Biológica de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 2, p. 743-757, 2021. [Doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p743-757](https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p743-757)

CUNHA, M.C.L.; SILVA JÚNIOR, M.I.C. Comunidades de Árvores na Floresta Estacional Semidecidual Montana do Pico do Jabre, Paraíba. **Ciência Florestal**, n. 4, p. 1365-1380, 2018. [Doi.org/10.5902/1980509835046](https://doi.org/10.5902/1980509835046)

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Decreto nº 11.552, de 5 de junho de 2023. Parque Nacional da Serra do Teixeira. **Diário Oficial da União**. Edição: 107, Seção: 1, P. 1, 2023. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.552-de-5-de-junho-de-2023-488178392>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2023.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília: Embrapa, 2018.

ESFANDIARPOUR-BOROUEJENIA, I., MOSLEHB,Z., KARIMIC, A.R., MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A. Detection of Lithologic Discontinuities in Soils: A Case Study of Arid and Semi-arid Regions of Iran. **Eurasian Soil Science**, v. 53, p. 1374-1388, 2020.

FERREIRA, V. L, STEHMANN, J. R. Saxicolous vascular flora of karst outcrops: An overlooked component of Brazilian biodiversity. **Flora**, v. 305, p. 1-12, 2023. Doi.org/10.1016/j.flora.2023.152314

FREITAS, D. F., KER, J.C., DA SILVA FILHO, L.A., PEREIRA, T.T.C., DE SOUZA, O.F.F., SCHAEFER, C.E.G.R. Pedogeomorphology and paleoenvironmental implications of large termite moundsant the Brazilian semiarid landscape. **Geomorphology**, n. 107762, p. 1-20, 2021. Doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107762

GOIS, L.S.S., CORRÊA, A.C.B., MONTEIRO, K.A. (2019) Análise Integrada dos Brejos de Altitude do Nordeste do Brasil a partir de Atributos Fisiográficos. **Espaço Aberto**, v: 9, p. 77-98, 2019. Doi:10.36403/espacoaberto.2019.28357

HAWKER, L., UHE, P., PAULO, L., SOSA, J., SAVAGE, J., SAMPSON, C., NEAL, J. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. **Environmental Research Letters**, n. 2, p. 1-12, 2022. [Doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f)

JAIME, J. S. P., CABRAL, R. A. P. BRAGA, S. M. G. L., MONTENEGRO, M.S. C. CAMPELLO., SEVERINO L. F. Recursos Hídricos e os Brejos de Altitude. In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.P.; TABARELLI, M. (Orgs.). **Brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente. 2004. P.30-48.

JENNY, H. **Factors of Soil formation - A system of quantitative pedology**. New york: Mcgraw-hil, 1941.

LEHMANN, A., RILLIG, M. C. Understanding mechanisms of soil biota involvement in soil aggregation: A way forward with saprobic fungi?. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 88, p. 298-302, 2015. [Doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.06.006](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.06.006)

MACHADO, D. F. T., CASTRO, S. S. DE., LADEIRA, F. S. B. A Geopedologia como abordagem metodológica para o levantamento de solos: uma breve discussão. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, n. 4, p. 1834–1857, 2022. [Doi.org/10.20502/rbg.v23i4.2146](https://doi.org/10.20502/rbg.v23i4.2146)

MAIA, R. P., NASCIMENTO, M. A. L. DO. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, n. 2, p. 373- 389, 2018. [Doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1295](https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1295)

MACEDO, R.S., BEIRIGO, R.M., MEDEIROS, B.M., FELIX, V.J.L., SOUZA, R.F.S., BAKKER, A.P. Processos pedogenéticos e susceptibilidade dos solos à degradação no semiárido brasileiro. **Caminhos da geografia**, v. 22, p.176-195, 2021.

MACEDO, R.S., MORO, L., LAMBAIS, E.O., LAMBAIS, G.R., BAKKER, A.P. Effects of degradation on soil attributes under Caatinga in the Brazilian semi-arid. **Revista Árvore**, n. 4702, p. 1-11, 2023. [Doi.org/10.1590/1806-908820230000002](https://doi.org/10.1590/1806-908820230000002)

MARQUES, A.L., SOUSA, G.F., MACEDO, R.S., da COSTA, C.R.G. Solo-paisagem no “Pico do Jabre”. **Holos Environemnt**, n. 2, p. 303-320, 2021. [Doi.org/10.14295/holos.v21i2.12444](https://doi.org/10.14295/holos.v21i2.12444)

MELO, V.F., OLIVEIRA JR., J.C., BATISTA, A.H., CHEROBIM, V.F., FAVARETTO, N. Goethite and hematite in bichromic soil profiles of southern Brazil: Xanthization or yellowing process. **Catena**, v.188, p.104445, 2020. [Doi.org/10.1016/j.catena.2019.104445](https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104445)

OLIVEIRA, D.P., SARTOR, L.R., SOUZA JÚNIOR, V.S., CORRÊA, M.M., ROMERO, R.E., ANDRADE, G.R.P., FERREIRA, T.O. Weathering and clay formation in semi-arid calcareous soils from Northeastern Brazil. **Catena**, v. 162, p. 325-332, 2018. [Doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.030](https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.030)

OMDI, F. E., LAHCEN, D., FAGEL, N. Origin and distribution of clay minerals of soils in semi-arid zones: example of Ksob watershed (Western High Atlas, Morocco). **Applied Clay Science**, v. 163, p. 81-91, 2018. [Doi.org/10.1016/j.clay.2018.07.013](https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.07.013)

OLSON, C. G.; BRONGER, A.; CATT, J. A. Soil geomorphic research and the importance of paleosol stratigraphy to Quaternary investigations, Midwestern USA. **Catena Supplement**, n.16, p. 129-142, 1989.

RAMOS, M.B., DINIZ, F.C., DE ALMEIDA, H.A., DE ALMEIDA, G.R., PINTO, A.S., MEAVE, J.A., LOPES, S. F. The role of edaphic factors on plant species richness and diversity along altitudinal gradients in the Brazilian Semi-arid region. **Journal of Tropical Ecology**, n. 5, p.199-212, 2020. Doi:10.1017/S0266467420000115

RODAL, M. J. N., SALES, M. F. Composição da flora vascular em um remanescente de Floresta Montana no Semi-árido do Nordeste do Brasil. **Hoehnea**, v: 34, p. 433-446, 2007. [Doi.org/10.1590/S2236-89062007000400002](https://doi.org/10.1590/S2236-89062007000400002)

RUEH, R. V. Geomorphic surfaces and the nature of soils. **Soil Science**, n. 6, p. 441-456, 1956.

SANTOS, J.C.B., DE SOUZA JÚNIOR, V.S., CORRÊA, M.M., RIBEIRO, M.R., DE ALMEIDA, M. DA C., BORGES, L.E.P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 3, p. 683-696, 2012. [Doi.org/10.1590/S0100-06832012000300001](https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300001)

SANTOS, R.D., SANTOS, H.G., KER, J.C., ANJOS, L.H.C., SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7ª Ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SANTOS, M. C. **Cadernos do Semiárido: solos do Semiárido brasileiro**. 2ª Ed. Recife: EDUFRPE, 2017.

SANTOS, J. C. B., LE PERA, E., SOUZA JÚNIOR, V. S., CORRÊA, M. M., AZEVEDO, A. C. Gneiss saprolite weathering and soil genesis along an east-west regolith sequence (NE Brazil). **Catena**, v. 150, p. 279–290 , 2017.

SANTOS, H. G. S., JACOMINE, P. K., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAÚJO FILHO, J.C., OLIVEIRA J. B., CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª Edição. Brasília: Embrapa, 2018.

GONÇALVES, M. G. M., KER, J. C., OLIVEIRA, F. S., RAMOS, L. O. S., PACHECO, A. A., CURTI, N. Lateral loss of clay in the genesis of Luvisols in the Semi-Arid Depression of the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais – Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 018219, 2019. [Doi.org/10.1590/1413-7054201943018219](https://doi.org/10.1590/1413-7054201943018219)

SANTOS, A. C., SILVA, R. C., SILVA NETO, E. C., ANJOS, L. H. C., PEREIRA, M. G. Weathering and pedogenesis of mafic rock in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 111, p. 103452, 2021.

SILVA, M., DOS ANJOS, L.H.C., PEREIRA, M.G., SCHIAVO, J.A., COOPER, M., CAVASSANI, R.S. Gênese e classificação de solos de uma toposequência em área de carste

na Serra da Bodoquena, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1464-1480, 2013. [Doi.org/10.1590/S0100-06832013000600004](https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600004)

SILVA, G.A., CAMÊLO, D.L., CORRÊA, M.M., DE SOUZA JÚNIOR, V.S., RIBEIRO FILHO, M.R., ARAÚJO FILHO, J.C. Pedogenesis on coastal tablelands area with low range altimetry in Paraíba state. **Revista Caatinga**, n. 2, p. 458-471, 2019. [Doi.org/10.1590/1983-21252019v32n219rc](https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n219rc)

SILVA, B. A. DA, HAYAKAWA, E. H., MARTINS, V. M. RELAÇÃO SOLO-RELEVO NO OESTE DO PARANÁ, ESTUDO DE CASO: FOLHA TOPOGRÁFICA DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 1, p. 45-62 2020. [Doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1538](https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1538)

SOUZA, J. J. L. L., SOUZA, B. I., XAVIER, R. A., CARDOSO, E. C. M., MEDEIROS, J. R. DE., FONSECA, C. F., SCHAEFER, C. E. G. R. Organic carbon rich-soils in the brazilian semiarid region and paleoenvironmental implications. **Catena**, n. 106101, p.1-14, 2022. [Doi.org/10.1016/j.catena.2022.106101](https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106101)

SOUZA, J.J.L.L., DE CASTRO, F.E., ANDRADE, C.V.P. DE A., KER, J.C., PEREZ FILHO, A. Brazilian semiarid soils formed during the last glacial maximum. **Catena**, n. 106899, p. 1-17, 2023. [Doi.org/10.1016/j.catena.2022.106899](https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106899)

SAUZET, O., CAMMAS, C., BARBILLON, P., ÉTIENNE, M. P., MONTAGNE, D. Illuviation intensity and land use change: Quantification via micromorphological analysis. **Geoderma**, v. 266, p. 46–57, 2016. [Doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.11.035](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.11.035)

TEIXEIRA, P.C., DONAGEMMA, G.K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W.G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª Ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017.

TORRENT, J., CABEDO, A. Sources of iron oxides in reddish brown soil profiles from calcarenites in Southern Spain. **Geoderma**, v.37, p. 57–66, 1986.

VIDAL-TORRADO, P., LEPSCH, I. F., CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P. et al. (Orgs.). **Tópicos em Ciências do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. P. 145-192.

XAVIER, R. A., BORGES NETO, I. O., SOUZA, J. J. L. L., CARDOSO, P. V., SOUZA, J. O. P., SOUZA, B. I. Processos de voçorocamento no Planalto da Borborema, semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. especial, p. 2-24, 2023. [Doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2359](https://doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2359)

YEOMANS, J.C., BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Commun Soil Sci Plant Anal**, n.13, p.1467-1976, 1988. [Doi.org/10.1080/00103628809368027](https://doi.org/10.1080/00103628809368027)