ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/

Caracterização e evolução de solos em vertentes assimétricas da Reserva Ecológica da Sapiranga - Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia*

Évelen da Paixão Santana[1], Alisson Duarte Diniz[2], Maria Eloisa Cardoso da Rosa[3], Ilo César Menezes de Andrade[4], João Henrique de Oliveira Sousa[5], Marcela Rebouças Bomfim[6]

[1] Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Santo Amaro (BA), evelenpaixao@yahoo.com.br [2] Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), alisson.diniz@ufba.br. [3] Professora do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), mariaecr@ufba.br. 4 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), ilo.menezes@gmail.com. 5 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), jhenriqueosousa@gmail.com. 6 Professora do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas (BA), reboucas.marcela@gmail.com *Parte da dissertação de mestrado da primeira autora.

Artigo recebido em 25/02/2022 e aceito em 28/06/2022

R E S U M O

A análise integrada solo-relevo é fundamental para entender a evolução das paisagens e subsidiar o planejamento e ocupação das terras, sobretudo em locais sob grande pressão da expansão urbana, a exemplo do Litoral Norte do Estado da Bahia. O presente estudo buscou compreender quais fatores comandaram o processo de podzolização e como teria evoluído o relevo em uma região dos Tabuleiros Costeiros Dissecados do Grupo Barreiras. A metodologia adotada, pautada na relação entre solos e relevos a partir da interpretação da morfologia de duas vertentes localizadas na Reserva Ecológica da Sapiranga, envolveu análises de imagens da área de estudo, trabalhos de campo, elaboração de catenas, análises laboratoriais e classificação de solos. Os resultados obtidos identificaram que, apesar de ambas as vertentes estarem localizadas sob condições climáticas semelhantes e apresentarem processos de podzolização, as dinâmicas deposicionais, geoquímicas e topográficas resultaram em configurações pedogeomorfológicas distintas. Assim, o topo da Vertente "A" apresenta um Neossolo Quartzarênico Órtico típico, possivelmente constituído por areias provenientes do retrabalhamento eólico de Leques Aluviais Pleistocênicos ou deposição fluvial do Rio Pojuca, sendo sucedido por um Espodossolo Ferri-Humilúvico Órtico típico, na meia vertente, e um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, na baixa vertente, oriundo de sedimentos do Grupo Barreiras. Na Vertente "B" foi identificado um sistema de transformação pedológica Latossolo-Espodossolo, com Latossolo Amarelo Distrófico psamítico na alta vertente, seguido por um Espodossolo Humilúvico Órtico arênico que, por sua vez, é sucedido por um Espodossolo Humilúvico Órtico típico. O estudo concluiu que a área de estudo apresenta uma atual configuração pedogeomorfológica resultante de reativação neotectônica e podzolização.

Palavras-chave: Latossolos, Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos, catena, vertente.

Description and evolution of soils in asymmetrical slopes at Sapiranga's Reserve, Coastal Tablelands of Bahia

A B S T R A C T

Integrating soil and relief contribute to the understanding of the evolution of landscapes and subsidize the planning of use and occupation of lands, mainly in places under urban sprawl, as Northeast Coast of Bahia. This work looked for understand the factors that promoted the podzolization and how part of the Coastal Tablelands' relief may had evolved. To reach those goals, analysis of images of the study area were made, followed by fieldwork, elaboration of two catenas, classification of soils and physical and chemical laboratory analysis. Despite being located under similar climate conditions and present common podzolization processes, both slopes present very distinct pedogeomorphological conformations, resulted of depositional, geochemical and topographical dynamics. Therefore, the slope "A" presents in its summit a Arenosol, a soil constituted by white sand that is possibly the result of the eolian rework of Pleistocene-age alluvial fans or fluvial deposition of Pojuca river, being succeeded by a Podzol, in the back slope, and by a Cambisol, in the foot slope, arising from sediments of the Grupo Barreiras. In the slope "B" was identified a pedological transformation system from Ferralsol to Podzol. Thus, in the summit is present a Ferralsol, succeeded by a Podzol, which is succeeded

by a Podzol again. This work demonstrates that the study area shows a current pedogeomorphological set resulted of neotectonic reactivation and podzolization.
Keywords: Lateritic Soil, Arenosol, Podzol, Catena, Slope.

Introdução

Ao longo dos estudos das paisagens, é possível considerar a topografia como um dos aspectos de maior importância na análise dos solos por comandar maior variabilidade em seus atributos (Campos, 2012). Afinal, as feições topográficas podem retardar ou acelerar o trabalho das forças climáticas, influenciando no tempo de exposição dos materiais e na intensidade e fluxos d'água no perfil do solo, logo, regulam as variações dos processos pedogenéticos (Brady e Weil, 2013).

Até mesmo em áreas que apresentam pequenas variações topográficas, uma diversidade de solos pode ser identificada, pois alguns aspectos como a iluviação e eluviação de argila, presença ou não de feições de redoximorfismo, profundidade do solum, mobilização de compostos orgânicos, entre outros, estão profundamente vinculados à posição do solo na paisagem (Menezes et al., 2022; Pereira et al., 2022).

É necessário, portanto, realizar pesquisas sobre as sucessões de solos ao longo da paisagem considerando como a pedogênese e a morfogênese atuaram simultaneamente na evolução de vertentes (Queiroz Neto, 2011). Assim, a vertente representa uma importante unidade de estudo para analisar os processos pedomorfogenéticos, pois condiciona a dinâmica hídrica no perfil do solo e as (re)mobilizações verticais e laterais de materiais e soluções.

Estudos que se debruçaram em analisar a distribuição dos solos ao longo do relevo, correlacionando-os com outros fatores, como a geologia e a vegetação, tiveram como resultado um panorama onde foi possível caracterizar diferentes ambientes e compreender alguns processos envolvidos na evolução dos solos e das paisagens (Oliveira et al., 2021, Schaefer et al., 2020).

No Litoral Norte do Estado da Bahia destacam-se materiais do Neógeno, como os sedimentos do Grupo Barreiras, e os depósitos litorâneos da planície costeira, datados do Quaternário (Nunes et al., 1981). Lima (2017) delimitou na Área de Preservação Ambiental (APA) do Litoral Norte do Estado da Bahia, entre os rios Pojuca e Imbassaí, três Unidades Morfoesculturais: Tabuleiros Costeiros Preservados, Tabuleiros Costeiros Dissecados e Planície Litorânea.

A área de estudo desse trabalho, localizada na Reserva Ecológica da Sapiranga, está inserida sobre os Tabuleiros Costeiros Dissecados, apresentando, assim, solos desenvolvidos sobre os materiais do Grupo Barreiras.

Nessa unidade de Tabuleiros Costeiros Dissecados, destacam-se Argissolos e Cambissolos, sobre o Grupo Barreiras, e Neossolos Quartzarênicos sobre os Leques Aluviais (Lima, 2017). Em geral, esses solos apresentam texturas que variam de argiloarenosas a arenosas, baixa saturação por bases, elevada vulnerabilidade natural à erosão e, a depender da posição na paisagem em que são encontrados, os Argissolos podem propiciar a formação de lençóis d´água suspensos.

Pesquisas realizadas nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia relacionaram a gênese dos Espodossolos ao processo de alteração pedológica laterítica, em depressões fechadas, que se estabeleceu a partir da dissolução dos minerais de argila e migração vertical-lateral de complexos organometálicos (Andrade, 2018; Costa Júnior, 2008; Fortunato, 2004; Ucha, 2000). Por outro lado, na mesma região, Andrade (2020) identificou Espodossolos cujos materiais de origem estão vinculados aos antigos depósitos eólicos ou aluviais.

Nos Tabuleiros Costeiros da Reserva Natural Vale, no Estado do Espírito Santo, Schiavo et al. (2020) relacionaram a origem e diferenças entre Espodossolos de muçunungas a um processo de alteração do Grupo Barreiras, sob condições de clima mais úmido, durante o Pleistoceno Superior. Segundo os autores, a proximidade do lençol freático com a superfície, elevada acidez, relevo plano e a natureza arenosa dos sedimentos do Grupo Barreiras contribuíram para o processo de podzolização. Em contrapartida, nos Tabuleiros Costeiros do Sul da Bahia, Souza et al. (2020) identificaram um perfil de solo arenoso com horizonte aparentemente espódico. Tal morfologia espódica não foi interpretada como resultado da podzolização, mas associada a um horizonte A enterrado pelo processo de sedimentação do Pós-Barreiras. Considerando isso, os autores classificaram o solo como Neossolo Quartzarênico Órtico típico e não como Espodossolo.

Dessa forma, nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia surgem questionamentos sobre a origem e evolução de sistemas de transformação pedológica quando, por

exemplo, são identificados vales assimétricos que apresentam vertentes com diferentes morfologias e sequências pedológicas. Essas vertentes estão associadas aos Espodossolos, conectados, geneticamente, tanto à ocorrência de solos lateríticos quanto à presença de Neossolos Quartzarênicos.

Assim, duas hipóteses foram consideradas para amparar a compreensão da origem e evolução de dois sistemas pedológicos distintos encontrados no mesmo vale. Para a vertente com sistema Neossolo Quartzarênico – Espodossolo, o processo de podzolização ocorreu sobre depósitos arenosos alóctones. Por outro lado, para a vertente com sistema Latossolo - Espodossolo a gênese dos solos podzolizados se deu pela degradação dos solos lateríticos, que têm o Grupo Barreiras como material de origem.

Dessa forma, essa pesquisa se propôs a estudar os solos em catenas a partir de duas vertentes localizadas em vales assimétricos dos Tabuleiros Costeiros Dissecados. Assim, a análise da disposição dos solos, ao longo de catenas, pode indicar não apenas a pedogênese, mas quais processos morfogenéticos comandaram a evolução do relevo e da paisagem.

Parte-se do princípio de que a morfogênese e a pedogênese atuaram conjuntamente na gênese de modelados e coberturas pedológicas, logo, gerar informações sobre os fatores que comandaram a morfopedogênese da área de estudo pode colaborar para a compreensão das mudanças da paisagem nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia.

Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo realizar a análise e caracterização pedogeomorfológica de duas vertentes assimétricas da Reserva Ecológica da Sapiranga no Litoral Norte do Estado da Bahia, buscando um vínculo entre a gênese dos solos e das superfícies topográficas e geomórficas.

Caracterização da área de estudo

A Reserva Ecológica da Sapiranga está localizada no município de Mata de São João, no Estado da Bahia, a nordeste do Rio Pojuca (Figura 1). A área de estudo também está inserida dentro dos limites da APA do Litoral Norte do Estado da Bahia.

A geologia da área foi descrita por Almeida Júnior, Anjos e Sampaio (2013) como Grupo Barreiras, formado por rochas sedimentares, sobreposto às rochas pré-cambrianas do Embasamento Cristalino. Quanto ao relevo, segundo Lima (2017), a área está inserida nos Tabuleiros Costeiros Dissecados, caracterizados por apresentar altimetria entre 5 e 105 metros e topos tabulares estreitos com vertentes convexas. De acordo com a autora, tal dissecação pode estar associada à maior influência tectônica nessa área, que incidiu a rede de drenagem a partir do direcionamento dos fluxos hídricos preferenciais.

Nos Tabuleiros Costeiros Dissecados, Lima (2017) mapeou as seguintes classes de solo sobre o Grupo Barreiras: Argissolos Vermelhos Distróficos típicos, em topos convexos, Argissolos Amarelos Distrocoesos abrúpticos, sobre topos tabulares, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos petroplínticos, em encostas convexas, e Gleissolos Háplicos Tb Distróficos típicos, nos sopés das vertentes.

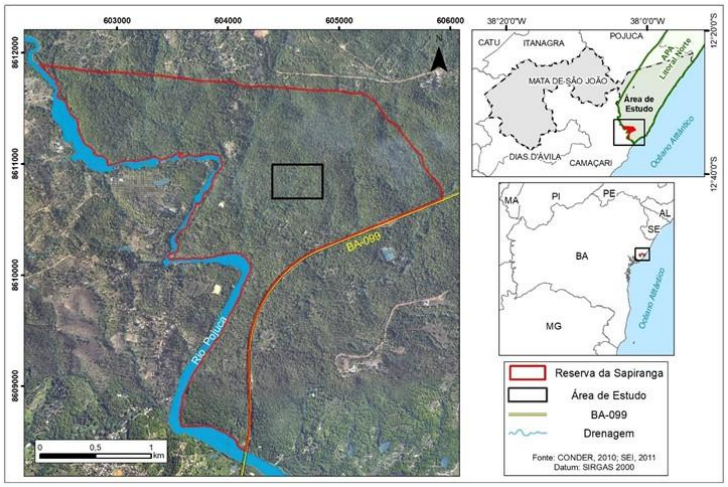

Figura 1. Localização da área de estudo, inserida na Reserva Ecológica da Sapiranga – Bahia

Sobre os Leques Aluviais, Lima (2017) identificou solos ricos em quartzo, como os Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos e Neossolos Quartzarênicos Órticos latossólicos, ambos em vertentes com formas convexas e rampas colúvio-aluvionares.

Quanto ao clima, a temperatura anual é de 24,7°C e a precipitação pluvial total anual é de 1.688,1 mm, com média de 140,7 mm. Os meses mais chuvosos são abril, maio e junho (SEI, 1999). O balaço hídrico, segundo o método de Thornthwaite e Mather de 1955, considerando uma capacidade de campo de 125mm, indica que na maior parte do ano a precipitação supera a evapotranspiração potencial e evapotranspiração real. De março a julho há excedente hídrico, quando a precipitação é superior a capacidade de campo. Deste modo, segundo classificação climática de Thornthwaite (1948), o clima da área de estudo é B1 – Úmido.

A vegetação predominante é de Floresta Ombrófila em terceira, quarta e quinta fase de regeneração (INEMA, 2014; St Jean, 2017) e, por estar inserida em uma APA, é possível que seja utilizada para fins de turismo, habitação e agricultura. Atualmente o entorno da área de estudo é utilizado para o turismo e habitação da população local.

Material e métodos

Para a caracterização pedogeomorfológica das duas vertentes, foram definidas cinco etapas de execução do trabalho: a) levantamento bibliográfico, cartográfico e dos produtos de sensoriamento remoto; b) interpretação de dados cartográficos e elaboração de mapas temáticos - declividade e modelo digital de elevação (MDE); c) coleta de dados em trabalhos de campo; d) preparação e análise das amostras de solos em laboratórios; e) organização dos dados, elaboração do modelo digital das catenas e discussão dos resultados.

No levantamento de produções bibliográficas foram priorizadas as seguintes linhas de pesquisa: pedogênese, morfogênese, paleoclima, podzolização e neotectônica. As produções cartográficas, utilizadas para caracterizar a área de estudo, foram: mapa geológico em escala 1:50.000 (Almeida Júnior; Anjos; Sampaio 2013), mapa pedológico em escala 1:25.0000 (Lima, 2017), mapa de lineamentos estruturais em escala 1:25.000 (Lima, 2017) e mapa de uso e ocupação da terra em escala 1:25.000 (St Jean, 2017). Para elaboração dos mapas temáticos de declividade e modelo digital de elevação (MDE), essenciais para compreender a topografia da área de estudo, foram utilizados dados de curvas de nível com equidistância de 5 metros (CONDER, 2010) e hidrografia em escala 1:10.000 (SEI, 2010). A manipulação dos dados e produção dos mapas foram executadas no software ArcGIS 10.3®.

Após a elaboração dos mapas temáticos, interpretação de uma topossequência elaborada por Andrade et al. (2020) e análise dos lineamentos estruturais mapeados por Lima (2018), os trabalhos de campo foram iniciados com os objetivos de (re)conhecimento da área, seleção das vertentes a serem estudadas e coleta de dados. Dessa forma, tradagens de prospecção foram realizadas com a finalidade de, em uma primeira etapa, diferenciar as coberturas pedológicas e selecionar duas vertentes, uma em cada face do vale assimétrico: a primeira - Vertente "A" – com direção NNW – SSE, possui topo plano arenoso com transição para um solo argiloarenoso na base, é mais curta e apresenta maiores ângulos de declividade. Por outro lado, a vertente "B", com direção E-W, apresenta um topo plano constituído por um material argiloarenoso que se transforma em solos arenosos na base. Diferentemente da anterior, esta vertente possui maior comprimento de rampa e menores ângulos de declividade (Figura 2).

A partir da tomada de dados de declividade, o levantamento topográfico das vertentes permitiu a compartimentação delas em sítios geomorfológicos (Augustin, 1985). Para isso, foram identificadas as rupturas de declive, com apoio de balizas, clinômetro, trena e bússola. Foram esses sítios geomorfológicos que definiram os locais de abertura das trincheiras e apoiaram o estabelecimento das catenas. O conceito de catena foi definido por Milne (1935, p. 194) como uma "repetição regular de perfis de solo em associação com determinadas topografias". Tal procedimento auxiliou na elaboração de hipóteses sobre os processos morfogenéticos e pedogenéticos responsáveis pela atual disposição das classes de solos nas vertentes.

As trincheiras foram abertas em sítios representativos de cada seção da vertente e os perfis de solos foram descritos e coletados segundo proposta de Santos et al. (2015), que inclui a caracterização da cor, textura, estrutura,

consistência, cimentação, presença de concreções e raízes.

Em cada vertente foi estabelecida uma catena, com abertura de três trincheiras nos três setores (alta, média e baixa vertente). A

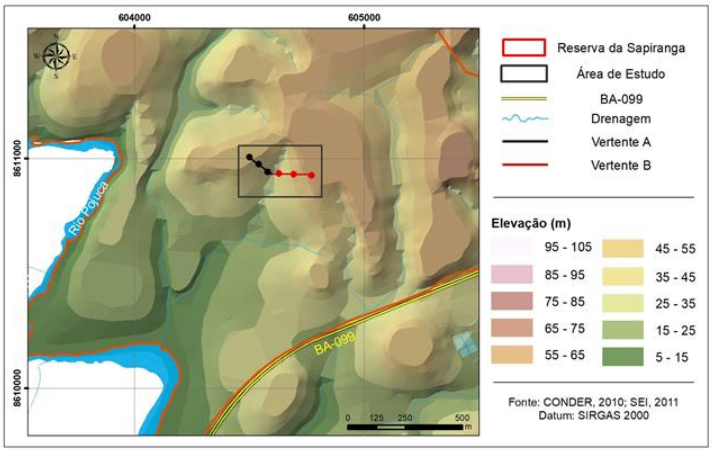

Figura 2. Localização das Vertentes "A" e "B"

classificação dos seis perfis de solos foi determinada segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (SiBCS) (EMBRAPA, 2018).

As amostras de solos coletadas foram preparadas no Laboratório de Solos do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. As análises físicas e químicas, essenciais para amparar a classificação dos solos e analisar sua composição, foram realizadas no Laboratório de Física do Solo e no Laboratório de Metais Traços, ambos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

O preparo da terra fina seca ao ar, a determinação de cátions trocáveis, Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, pH e complexos de óxidos de ferro com a matéria orgânica, extraídos com pirofosfato de sódio, seguiram as recomendações de Teixeira et al. (2017). O teor de carbono orgânico foi determinado por método proposto por Yeomans e Bremmer (1988). A extração de óxido de ferro por DCB - ditionito-citrato-bicarbonato de sódio - seguiu recomendações de Camargo et al. (2009), enquanto a extração por oxalato de ácido de amônio acompanhou a proposta de McKeague e Day (1966).

Resultados

As classes de solos identificadas nas duas vertentes selecionadas (Vertente "A" e Vertente "B") estão sintetizadas no Quadro 1.

Na vertente "A", o Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Perfil P1) - Figura 3 A - está localizado em área de topo plano no terço superior da vertente, apresentando evidente domínio de quartzo nas frações areia grossa e fina. Esse perfil apresenta uma sequência de horizontes A-AC-C1-C2 com serapilheira de 5cm e material de origem arenoso-quartzoso, que reflete na predominância de grãos simples ao invés de unidades estruturais (Tabela 1).

Quadro 1. Classificação dos solos em duas vertentes da Reserva Ecológica da Sapiranga, Bahia

	Vertente "A"	**Vertente "B"**
Alta vertente	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (P1)	LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico (P4)
Média vertente	ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico típico (P2)	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico arênico (P5)
Baixa vertente	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (P3)	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico típico (P6)

Demais características morfológicas foram analisadas, como textura e consistência dos horizontes descritos (Tabela 1), para identificação da classe do solo.

A partir dessas análises, foi identificado que os horizontes A, AC e C2 pertencem à classe textural areia-franca, enquanto o horizonte C1 pertence à classe areia. As consistências desse solo, quando seco, apresentaram-se solta, no horizonte A, e solta e macia nos demais; quando úmido, é friável a firme, no horizonte A, e solta e muito friável nos demais; quando molhado, é não plástica e não pegajosa em todos os horizontes.

No setor médio da Vertente "A", o Espodossolo Ferri-Humilúvico Órtico típico (Perfil P2) - Figura 3B - está localizado em uma área levemente côncava que provavelmente foi formada com o avanço do processo de podzolização. Nesse solo foram identificados dois horizontes espódicos do tipo Bhs que apresentam acúmulo iluvial de matéria orgânica combinada com compostos de alumínio e ferro.

O Perfil P2 apresenta uma sequência de horizontes A1-A2-A3-E-Bhs1-Bhs2 e, apesar de ser arenoso como o solo a montante, é bastante distinto em relação à morfologia. A matriz textural do horizonte A1 é composta por grãos simples que circundam uma estrutura granular muito pequena de grau fraco, mas nos demais horizontes predominam blocos subangulares em diferentes graus de desenvolvimento (Tabela 1).

Os horizontes A1 e E pertencem à classe textural areia, enquanto os horizontes A2 e A3 foram classificados nas classes franco-arenosa e areia-franca, respectivamente. Em razão da textura arenosa, a consistência encontrada em todo perfil, quando molhado, foi não plástica e não pegajosa.

No terço inferior da Vertente "A" foi identificado um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Perfil P3) - Figura 3C, situado a 12 metros do talvegue. Essa classe de solo apresenta um horizonte B incipiente (Bi), que corresponde a um horizonte subsuperficial mineral que sofreu pouca alteração química e física.

O perfil P3 apresenta uma sequência de horizontes A-AB-Bi-C1-C2-C3-C4 e diferencia-se dos demais solos, a montante, principalmente em relação à sua cor, no matiz 2,5Y, estrutura e textura (Tabela 1).

Enquanto o Neossolo Quartzarênico e o Espodossolo apresentam cores acinzentadas e bruno-acinzentadas, respectivamente, o Cambissolo, na baixa vertente, possui cores bruno-oliváceas. Assim, foi observado que as cores claras do Neossolo foram herdadas do material de origem, abundante em quartzo. As cores brunadas do Espodossolo estão associadas à influência da matéria orgânica nos horizontes espódicos e, por fim, as cores do Cambissolo estão relacionadas à herança do material de origem – o Grupo Barreiras.

No Cambissolo (Perfil P3), a classe textural dos horizontes C1 ao C4 é areia, no horizonte A é areia-franca e nos horizontes AB e Bi foram identificadas como franco-arenosa, no entanto há significativo incremento de argila nos horizontes AB e Bi, que apresentam porcentagem de argila de 16% e 14,4%, além de relação textural, relativo ao horizonte A, de 3,2 e 2,88, respectivamente.

O perfil P3 apresenta estrutura de grandes blocos angulares e subangulares com forte grau de desenvolvimento nos horizontes C1 e C2. As consistências desse solo, quando seco, apresentaram-se macia, no horizonte A, e ligeiramente dura nos demais; quando úmido, é firme no horizonte A, muito friável nos horizontes C3 e C4, e friável nos demais; quando molhado é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa no horizonte A, plástica e ligeiramente pegajosa nos demais.

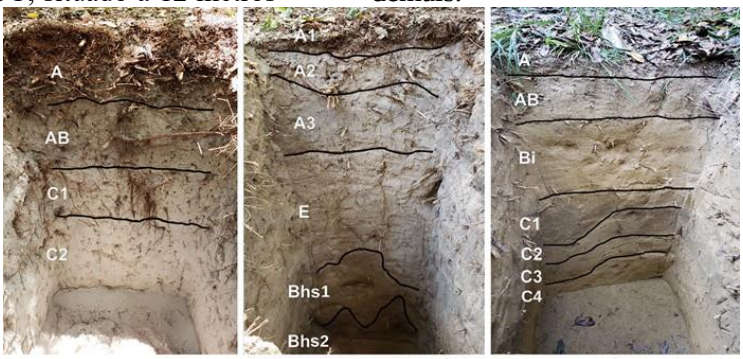

Figura 3. Perfis de solos descritos e classificados na Vertente "A"

Tabela 1. Dados morfológicos, físicos e químicos dos solos da Vertente "A"

Horizonte	Prof.	Cor	Estrutura	Granulometria (%)			pH		S	T	Sat. Al	V
	cm	Úmida		Areia	Silte	Argila	H_2O	KCl	cmolc/dm³		%	
P1 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ÓRTICO TÍPICO												
A	0-19	10R 2,5/2	Gs e 2MPGr	85,9	2,8	11,3	3,8	2,4	1,62	24,06	51,20	6,73
AC	19-60	10YR4/1	Gs e 1PBls	85,2	2,2	12,6	4,8	3,5	0,37	1,94	57,47	19,07
C1	60-94	10YR 6/1	Gs e 1PBls	100	0	0	4,9	3,8	0,76	1,42	20,83	53,52
C2	94-180+	10YR 6/2	Gs e 1PBls	83,9	2,1	13,9	4,7	4,2	0,76	1,59	20,83	47,80
P2 - ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVIO ÓRTICO TÍPICO												
A1	0-12	10YR 3/2	Gs e 1MPGr	100	0	0	4,5	3,2	1,0	9,66	52,38	10,35
A2	12-29 (29-34)	20YR 4/2	1MeBls, 1PGr e 1MPGr	76,9	9,2	14	4,4	3,6	0,64	4,27	48,39	14,99
A3	29-70	10YR 3/2	2MeBls	80,8	6,8	12,4	4,7	3,7	0,79	4,42	43,17	17,87
E	70-144 (144-184)	10YR 5/2	Gs e 1MeBls	93,1	5,4	1,5	5,7	4,3	0,73	4,53	21,51	16,11
Bhs1	144-195 (195-231)	10YR 3/4	1PBls e 1MeBls	*	*	*	5,9	4,5	1,01	4,06	16,53	24,88
Bhs2	195-252+	7,5YR 2,5/3	1MeBls, 1PBls e 1PGr	*	*	*	4,9	4,6	0,85	5,47	26,09	15,54
P3 – CAMBISSOLO HÁPLICO TB DISTRÓFICO TÍPICO												
A	0-8	10YR 3/2	Gs e 2MeGr	85,5	9,6	5	5,8	4,1	2,09	10,42	19,31	20,06
AB	8-32	2,5Y 3/3	2PBls, 2MeBls e 2MeGr	77,6	9,6	16	5,8	3,9	0,98	7,42	52,88	13,21
Bi	32-54	2,5Y 4/4	2MeBls e 2MeBla	75,7	10	14,4	5,7	4,0	0,92	5,71	54,46	16,11
C1	54-82 (75-89)	2,5Y 5/4	3MeBls, 3MeBla, 3GBls e 3GBla	90,8	1,3	8	5,6	4,2	0,63	3,93	61,35	16,03
C2	82-115	2,5Y 4/3	2MeBls, 2MeBla, 3GBls, 3GBla	94,6	3,1	2,2	5,4	4,2	0,38	3,60	70,31	10,56
C3	115-150	2,5Y 5/4	2PBls e 2MeBls	88,9	3,1	8	5,5	4,1	0,47	4,43	65,69	10,61
C4	150-170+	2,5Y 5/6	2PBls	89	3	7,9	5,7	4,0	0,75	4,55	59,46	16,48

Estrutura: 1: fraca; 2: moderada; 3: forte; MP: muito pequena; P: pequena Me: média; G: grande; Gs: Grãos simples; Gr: granular; Bls: blocos subangulares; Bla:blocos angulares.

*Dados apenas obtidos em campo: textura arenosa para os horizontes Bhs1 e Bhs2.

Quanto à análise química, todos os perfis da Vertente "A" apresentam saturação por bases (V%) abaixo de 50% (Tabela 1). Em todos os perfis o pH em H_2O situa-se na faixa entre 4 e 6 e apresenta um aumento do topo para base da vertente. Tais valores de pH permitem a dissolução dos minerais facilmente intemperizáveis e predomínio de cátions com maior valência, mais resistentes à lixiviação (Curi e Kämpf, 2012), que estão refletidos na baixa soma de bases e elevada concentração por alumínio.

Assim, no Neossolo e no Espodossolo o pH aumenta do horizonte mais superficial até o mais subsuperficial de cada perfil, enquanto a concentração por Al^{3+} é reduzida.

No Cambissolo, o pH mantém-se de forma irregular, porém sem grandes variações. Ao contrário dos demais solos da vertente, o Cambissolo apresenta maior saturação por Al^{3+} nos horizontes mais profundos, C1, C2, C3 e C4, onde os valores variam de 59,46% a 70,31% (Tabela 1). Esse enriquecimento de Al^{3+}, em profundidade, pode estar associado à liberação de íons Al^{3+} por minerais que contém alumínio, pois há diminuição do pH nesses horizontes em relação aos horizontes A, AB e Bi (Tabela 2). Já nos horizontes espódicos Bhs1 e Bhs2, do perfil P2, a saturação por alumínio é reduzida porque esse elemento é fortemente complexado pelo húmus (Curi e Kämpf, 2012).

Do topo para base da vertente "A", o aumento nos teores de óxidos de alumínio, ferro e silício (Tabela 2) também está relacionado ao leve aumento de pH em H_2O (entre 5,4 e 5,8). Também se observa que a relação molecular Al_2O_3/Fe_2O_3 (Tabela 2) diminui entre os perfis P1 e P3 porque os processos geoquímicos, provocados pela podzolização, que faz aumentar a participação dos óxidos de alumínio em detrimento dos óxidos de ferro, atuaram mais sobre o Neossolo (Perfil P1) e o Espodossolo (Perfil P2).

Na Vertente "B", o Latossolo Amarelo Distrófico psamítico (Perfil P4) - Figura 4A - foi classificado na alta vertente. Latossolos são resultantes da atuação intensa do intemperismo, que promove uma acentuada modificação dos minerais primários facilmente alterados, dessilicificação e lixiviação de bases (EMBRAPA, 2018). O perfil P4 apresenta uma sequência de horizontes A-AB-Bw1-BC, sendo, portanto, profundo e bem drenado.

Tabela 2. Dados de carbono orgânico, matéria orgânica e ataque sulfúrico dos solos da Vertente "A"

Horizontes	C.O	M.O	Ataque Sulfúrico			Al_2O_3/Fe_2O_3	Ki	Kr
	g/kg		Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2			
P1 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ÓRTICO TÍPICO								
A	5,00	8,60	5,19	0,09	0,45	18,11	0,15	0,20
AC	0,70	1,21	4,97	0,07	0,15	52,02	0,05	0,10
C1	0, 20	0,34	6,48	0,10	0,25	40,69	0,07	0,13
C2	0,10	0,17	4,75	0,13	0,10	74,58	0,04	0,12
P2 - ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO ÓRTICO TÍPICO								
A1	5,80	10,00	5,83	0,11	1,95	4,69	0,57	0,64
A2	1,80	3,10	5,19	0,13	0,35	23,28	0,11	0,20
A3	1,30	2,24	7,56	0,17	0,45	26,28	0,10	0,21
E	0,30	0,52	6,48	0,14	1,65	6,17	0,43	0,52
Bhs1	1,10	1,90	5,19	0,10	0,10	81,48	0,03	0,10
Bhs2	1,70	2,93	6,91	0,15	0,90	12,05	0,22	0,32
P3 – CAMBISSOLO HÁPLICO TB DISTRÓFICO TÍPICO								
A	4,50	7,76	3,46	0,24	5,85	0,93	2,87	3,03
AB	2,30	3,97	9,94	0,22	1,30	12,00	0,22	0,36
Bi	2,00	3,45	4,55	0,26	3,15	2,27	1,18	1,34
C1	1,30	2,24	11,73	0,27	4,00	4,60	0,58	0,75
C2	1,30	2,24	16,28	0,25	2,25	11,36	0,23	0,39

O Perfil P4 é essencialmente arenoso, com horizontes pertencentes às classes texturais areia no horizonte BC; areia-franca, no AB, e franco-arenosa nos horizontes A e Bw1. A estrutura granular domina nos horizontes A e AB, estando também presente nos horizontes Bw1 e BC, juntamente com blocos subangulares (Tabela 3).

O Latossolo Amarelo, quando seco, apresentou consistência dura em alguns blocos do horizonte BC e macia a dura nos demais; quando úmido, é friável nos horizontes A e AB e muito friável nos horizontes Bw1 e BC; quando molhado, é não plástica e não pegajosa até o horizonte Bw1, sendo ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa no BC.

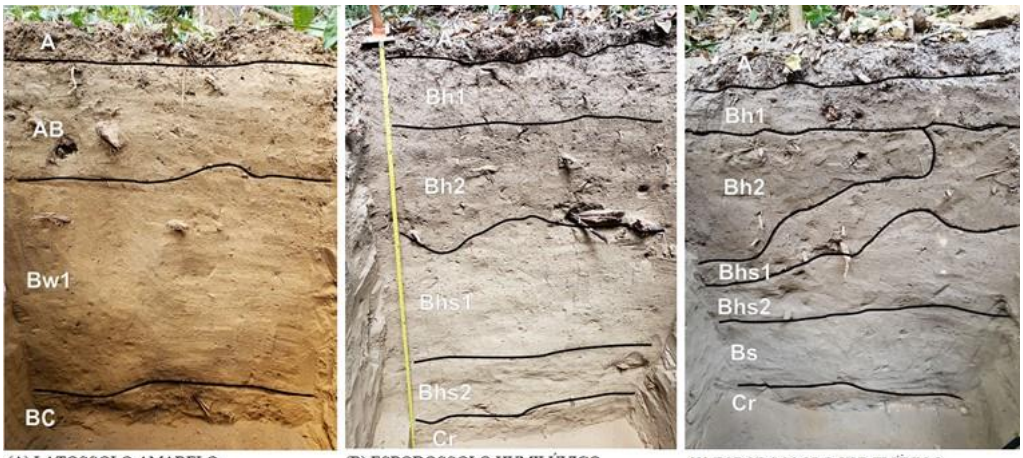

Figura 4. Perfis de solos descritos e classificados na Vertente "B"

No setor médio da Vertente "B", foi descrito e classificado um Espodossolo Humilúvico Órtico arênico (Perfil P5) - Figura 4B - com sequência de horizontes A-Bh1-Bh2-Bhs1-Bhs2-Cr. O horizonte espódico do tipo Bh, ao contrário do Bhs, apresenta acúmulo iluvial de complexos matéria orgânica-alumínio com pouca ou nenhuma presença de ferro.

Tal Espodossolo é bastante arenoso, apresentando horizontes inseridos nas classes texturais areia, areia-franca e franca. A estrutura é bastante diversa ao longo do perfil, sendo marcante a presença de grandes blocos subangulares e angulares no horizonte Cr (Tabela 3).

A consistência do solo seco é predominantemente solta, em relação aos grãos simples, e macia a ligeiramente dura nos blocos, mas é dura a muito dura no horizonte Cr. Quando úmido, o Cr é firme, enquanto os demais horizontes desse perfil possuem consistência friável ou muito friável; quando molhado, esse solo é ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso no horizonte Cr, ligeiramente plástico e não pegajoso no Bhs2, não plástico e não pegajoso nos demais.

O solo da baixa vertente foi classificado como Espodossolo Humilúvico Órtico típico (Perfil P6) - Figura 4C - a 11,5 metros do talvegue. Apresenta sequência de horizontes A-Bh1-Bh2-Bhs1-Bhs2-Bs-Cr, onde o horizonte Bs pode ter se formado pela mobilização de ferro controlada pelo nível freático. Diferencia-se, também, dos demais Espodossolos por apresentar textura média no horizonte Bh1, localizado entre 10 e 25 cm de profundidade, por isso foi classificado como 'típico' no 4º nível categórico.

Ao considerar as classificações texturais, o horizonte Bh1 pertence à classe franco-argiloarenosa; o Bs, à franco-arenosa, e os demais à classe areia-franca ou areia. Em relação à estrutura, predominam blocos subangulares, sendo que à medida que a profundidade aumenta, maiores se tornam esses blocos (Tabela 3).

A consistência seca do Espodossolo Humilúvico Órtico típico (Perfil P6) também variou com a profundidade, sendo solta no horizonte A; macia no Bh1, Bh2 e Bhs1; ligeiramente dura no Bhs2 e Bs e dura no Cr. No solo úmido, predomina a consistência muito friável; quando molhado, é não plástica e não pegajosa.

O horizonte Cr do perfil P6 é composto por um volume contínuo, resistente à penetração de faca e maciço, que se desfaz em blocos angulares e subangulares. A gênese de tal horizonte pode estar associada à degradação de um arenito ou à um horizonte cimentado (Araújo Filho, 2003).

O Cr é arenoargiloso e apresenta cor amarelo-avermelhada, com mosqueados que podem estar relacionados ao processo de oxi-redução. Apresenta-se bem preservado e não foram encontrados fragmentos do material resistente nos horizontes sobrejacentes.

A análise química dos solos da Vertente "B" (Tabelas 3 e 4) indica que todos os horizontes dos três perfis dessa vertente apresentam saturação por bases (V%) abaixo de 50% e que os óxidos de alumínio são predominantes sobre os de ferro e silício.

Tabela 3. Dados morfológicos, físicos e químicos dos solos da Vertente "B"

Horizonte	Prof.	Cor	Estrutura	Granulometria (%)			pH		S	T	Sat. Al	V
	cm	Úmida		Areia	Silte	Argila	H_2O	KCl	cmolc/dm³		%	
P4 – LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO PSAMÍTICO												
A	0-12	10YR 3/2	2PGr e 2MeGr	76,2	6,8	17	5,2	4,2	0,89	5,68	44,03	15,67
AB	12-49	10YR 3/4	2PGr e 2MeGr	81,8	5	13,2	5,4	4,3	0,70	4,17	50,00	16,79
Bw1	49-140	10YR 3/6	2MPGr, 2PBls e 2MeBls	75,5	8,2	16,3	5,7	4,5	0,74	3,46	40,32	21,39
BC	140-156+	7,5YR 4/6	2a3MPGr e 2a3MeBls	89,1	2,7	8,2	5,3	4,6	0,46	5,25	46,51	8,76
P5 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO ÓRTICO ARÊNICO												
A	0-7	7,5YR 3/2	Gs, 2PGr e 2MeGr	50,9	41,6	7,5	4,3	3,6	1,26	9,51	48,78	13,25
Bh1	7-22	7,5YR 3/2	Gs, 2PBls e 2MeBls	84	3,3	12,7	4,6	4,0	0,72	6,91	64,36	10,42
Bh2	22-58 (51-61)	7,5YR 3/2	2MPGr, 2PBls e 2MeBls	*	*	*	4,7	4,2	0,19	4,48	86,33	4,24
Bhs1	58-105	10YR 4/3	1a2PBls, 1a2PBla, 1a2MeBls e 1a2MeBla	*	*	*	4,9	4,4	0,53	3,83	65,36	13,84
Bhs2	105-149	10YR 4/4	2MPBls, 2MPBla, 2PBls, 2PBla, 2MeBls e 2MeBla	86,9	2,4	10,8	5,5	4,4	0,34	3,97	63,83	8,56
Cr	149-171+	7,5YR 3/2	3MeBla, 3GBla e 3MGBla	87,7	2,7	9,6	5,2	4,5	0,49	7,50	55,05	6,53
P6 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO ÓRTICO TÍPICO												
A	0-10	10YR 3/3	Gs e 2PGr	96,3	1,2	2,5	4,7	3,8	0,84	5,30	51,72	15,85
Bh1	10-25	10YR 3/2	2PBls e 2MeBls	63,7	11,9	24,4	4,8	4,1	0,63	4,51	58,82	13,97
Bh2	25-56 (40-80)	10YR 3/2	1PBls	92,2	2,3	5,5	4,7	4,1	0,59	3,56	54,26	16,57
Bhs1	56-82 (25-94)	10YR 3/4	2PBls	84,6	3,5	11,9	4,7	4,2	0,13	3,27	86,02	3,98
Bhs2	82-115 (59-126)	10YR 4/3	2MeBls e 2GBls	85,5	11,1	3,4	5,0	4,3	0,49	3,79	62,02	12,93
Bs	115-160 (110-165)	10YR 5/4	2MeBls e 2GBls	79,5	5,5	15	5,0	4,4	0,60	3,99	53,85	15,04
Cr	160-180+	10YR 5/3 e 7,5 YR 5/8	3MeBla, 3MeBls 3GBla e 3GBls	86,1	11,3	2,6	5,1	4,3	0,79	4,26	50,31	18,54

Estrutura: 1: fraca; 2: moderada; 3: forte; MP: muito pequena; P: pequena Me: média; G: grande; MG: muito grande; Gs: Grãos simples; Gr: granular; Bls: blocos subangulares; Bla:blocos angulares; MA: maciça.

* Dados obtidos apenas em campo: textura arenoargilosa para os horizontes Bh2 e Bhs1.

Tabela 4. Dados de carbono orgânico, matéria orgânica, ataque sulfúrico e de óxidos de ferro extraídos em solução DCB (FeD) dos solos da Vertente "B"

Horizontes	C.O	M.O	Ataque Sulfúrico			Al_2O_3/Fe_2O_3	Ki	Kr	FeD
	g/kg		Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2				%
P4 – LATOSSOLO AMARELO DISTÓFICO PSAMÍTICO									
A	3,70	6,38	7,42	0,17	2,10	5,55	0,48	0,59	
AB	2,20	3,79	6,22	0,31	1,30	7,51	0,36	0,55	
Bw1	1,40	2,41	8,86	0,46	1,55	8,97	0,30	0,59	1,8
BC	2,60	4,48	6,94	0,61	3,10	3,51	0,76	1,15	4,7
P5 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO ÓRTICO ARÊNICO									
A	4,50	7,76	1,68	0,26	0,75	3,52	0,76	0,92	
Bh1	3,30	5,69	4,31	0,33	4,15	1,63	1,64	1,85	
Bh2	1,60	2,76	5,03	0,37	3,65	2,16	1,23	1,47	0,5
Bhs1	1,40	2,41	4,49	0,36	1,25	5,64	0,47	0,70	0,5
Bhs2	1,30	2,24	3,78	0,53	1,65	3,60	0,74	1,08	0,6
Cr	3,80	6,55	4,96	0,45	4,30	1,81	1,47	1,76	1,4
P6 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO ÓRTICO TÍPICO									
A	1,50	2,59	1,42	0,09	0,90	2,48	1,08	1,13	
Bh1	3,00	5,17	1,89	0,14	5,95	0,50	5,35	5,44	
Bh2	1,60	2,76	4,96	0,12	3,55	2,19	1,22	1,29	0,4
Bhs1	1,80	3,10	4,96	0,19	1,85	4,21	0,63	0,76	0,2
Bhs2	1,60	2,76	3,07	0,20	1,80	2,68	1,00	1,12	0,5
Bs	0,90	1,55	7,55	0,13	1,15	10,31	0,26	0,34	0,5
Cr	1,40	2,41	8,50	0,32	5,20	2,57	1,04	1,24	0,5

O pH em H_2O também está situado na faixa entre 4 e 6 em todos os horizontes. Há variação do pH ao longo da vertente, que diminui do compartimento do Latossolo para os Espodossolos (Perfil P6), entretanto, não foram observadas correlações entre pH e a disponibilidade de Al^{3+} na solução do solo (Tabela 3).

Quanto aos óxidos, também não houve associação entre os valores de pH e os teores de óxidos de alumínio, ferro e silício (Tabela 4), porém, o incremento dos óxidos de alumínio nos horizontes Bs e Cr do Perfil P6 pode ser explicado pela baixa presença de ácidos fúlvicos e húmicos que seriam capazes de promover a complexação do alumínio e inibir a formação dos óxidos (Kämpf et al., 2012).

Do compartimento latossólico para o espodossólico da média vertente, há diminuição dos óxidos de alumínio enquanto os teores de óxidos de ferro mantiveram-se relativamente estáveis, o que reflete na redução da relação Al_2O_3/Fe_2O_3 (Tabela 4).

Ao longo dos perfis é possível observar a relação entre o incremento dos óxidos de silício e a redução do teor de argila promovida pelo processo de podzolização. Já o aumento da relação Al_2O_3/Fe_2O_3 específico no horizonte Bs do Perfil P6, pode ser explicado pela redução de matéria orgânica nesse horizonte e, assim, o Fe^{2+} foi mais facilmente lixiviado do solo enquanto a manutenção do Al^{3+} foi favorecida, bem como a formação dos óxidos de alumínio.

Também foi identificado um incremento de carbono orgânico em profundidade no Latossolo Amarelo (Perfil P4) e no Espodossolo Humilúvico Órtico arênico (Perfil P5), refletindo um processo de impregnação de matéria orgânica nos horizontes BC e Cr.

No Latossolo Amarelo (Perfil P4), a atuação intensa do intemperismo químico é refletida na ausência de horizontes com Ki acima de 1,0 e Kr acima de 1,2 no horizonte Bw.

Através dos dados de extração de óxidos de ferro em solução ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Fed) – Tabela 4, observa-se que, associada a uma diminuição da porcentagem de argila e do pH, há uma diminuição do Fed de montante para jusante, na Vertente "B", do Perfil P4 ao P6, ou seja, das coberturas pedológicas lateríticas para as podzolizadas. Essa diminuição de Fed pode estar

associada a um incremento de óxidos de ferro mal cristalizados, explicado pelo processo de podzolização observado na vertente.

Discussão

A área de estudo, localizada sobre Tabuleiros Costeiros Dissecados, apresenta duas distintas organizações pedogeomorfológicas, conforme perfis representados, em catenas, na Figura 5: 1) Vertente "A" - com sequência de Neossolo Quartzarênico, em topo plano, Espodossolo em uma zona suavemente côncava-convexa de meia encosta e Cambissolo na baixa vertente convexa; 2) Vertente "B" – possui Latossolo Amarelo em superfície convexa retilínea, na transição para um topo tabular estreito. A média encosta convexa, assim como a baixa encosta suavemente côncava, são caracterizadas pelas superfícies podzolizadas.

Na Vertente "A", os solos foram classificados, de montante para jusante, como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (P1), Espodossolo Ferri-Humilúvico Órtico típico (P2) e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (P3). Tais classes de solos apresentam aspectos semelhantes em relação à textura arenosa e à composição química. No entanto, o posicionamento desses perfis na vertente e suas diferenças morfológicas indicam processos pedomorfogenéticos distintos.

Através da realização de tradagens e descrição do perfil do Neossolo Quartzarênico, localizado no topo, observou-se que esse solo se apresenta profundo, com camadas de areia branca ultrapassando 7 m de profundidade. Ressalta-se que, tanto na descrição do perfil, quanto na realização da tradagem, não foram observadas interrupções na sequência de camadas arenosas, seja por cascalho ou acumulações de matéria orgânica. Seguindo a vertente em direção ao terço intermediário, esse material arenoso torna-se impregnado de matéria orgânica, gerando os horizontes espódicos característicos dos Espodossolos. Em direção a baixa vertente, essa superfície podzolizada é substituída por um Cambissolo de cor bruno-oliváceo, forte estrutura e consistência ligeiramente dura a dura quando seco.

Assim, considerando que o Neossolo Quartzarênico, de montante, seja o material de origem para a gênese dos Espodossolos da média vertente, Andrade et al. (2020) levantou duas hipóteses para a procedência da areia nessa superfície. A primeira teria como fonte os depósitos fluviais do Rio Pojuca, que drena a área de estudo, e a segunda sugere que sedimentos provenientes de Leques Aluviais Pleistocênicos foram retrabalhados e formaram depósitos eólicos sobre Tabuleiros Costeiros, onde se encontra o sítio de pesquisa.

Dessa forma, a primeira hipótese sugere que a areia foi depositada pela dinâmica fluvial do Rio Pojuca, quando o mesmo possuía outro curso e direção. Sendo assim, a área do topo estaria localizada onde havia deposição dos sedimentos fluviais, provavelmente em uma margem convexa do rio, o que favoreceu a deposição do material arenoso. Entretanto, um forte controle estrutural posterior, associado também à mudança climática (Costa Júnior, 2008; Fortunato, 2004; Mesquita et al., 2021), alterou a direção e o padrão da rede de drenagem da bacia do Rio Pojuca. Tal controle estrutural iniciou um processo de dissecação do relevo e interrompeu a deposição do material arenoso atualmente localizado no topo da vertente, conforme pode ser observado na Figura 6.

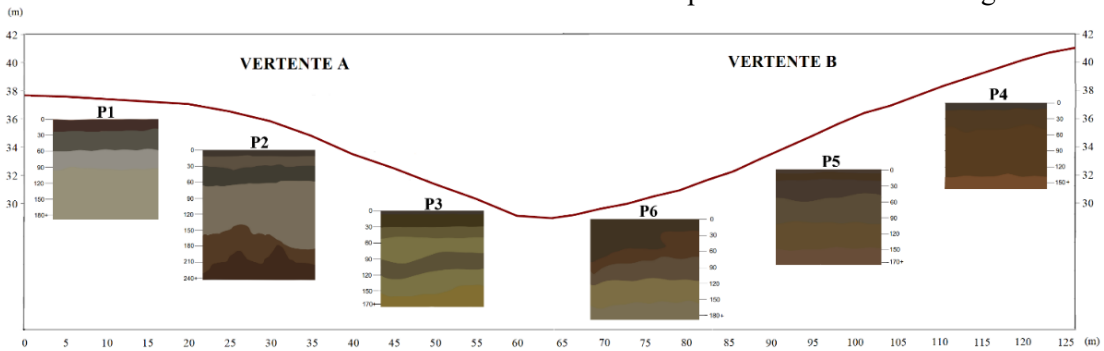

Figura 5. Disposição, em catenas, dos perfis de solos estudados em vale assimétrico de Tabuleiros Costeiros Dissecados: Vertente "A" - sequência Neossolo Quartzarênico - Espodossolo Ferri-Humilúvico - Cambissolo Háplico e Vertente "B" – sequência Latossolo Amarelo - Espodossolo Humilúvico – Espodossolo Humilúvico

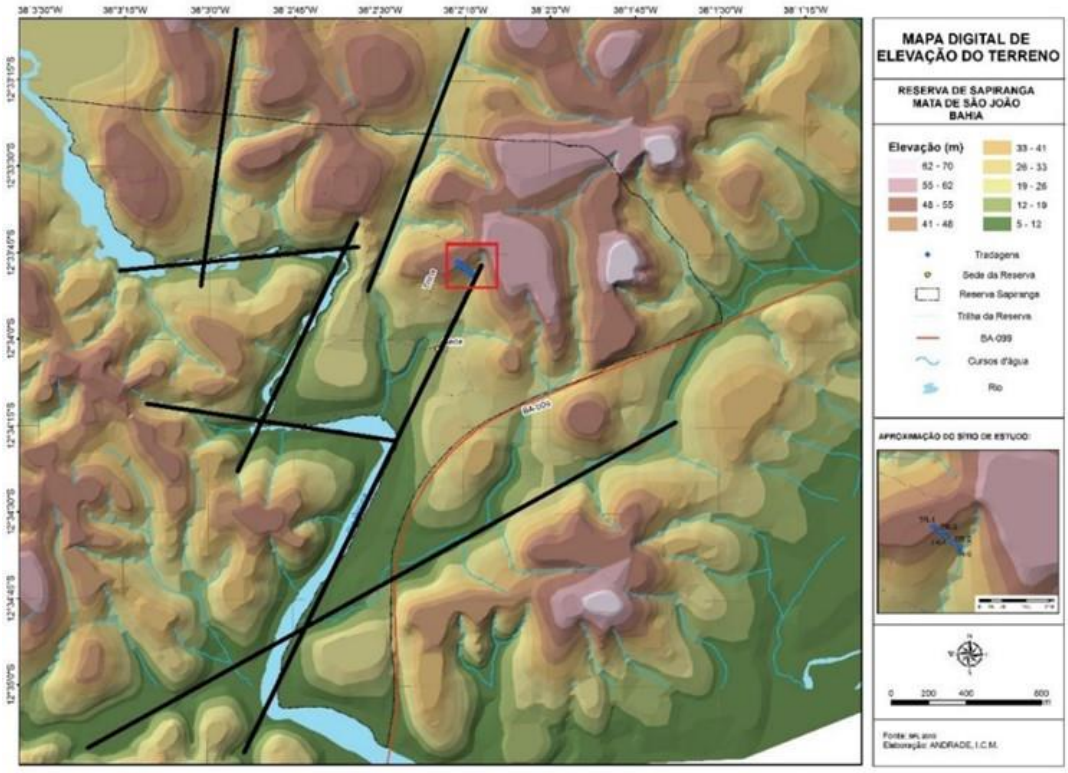

Figura 6. Sistema de falhas e forte controle estrutural que alterou a direção e o padrão de drenagem do Rio Pojuca que drena a área de estudo. Fonte: Andrade et al., 2020

A segunda hipótese está baseada em estudo elaborado por Dominguez (2006). O autor identificou que Leques Aluviais Pleistocênicos deram origem aos Terraços Arenosos Internos num período de clima mais árido que o atual, anterior a 120.000 anos AP. Posteriormente, ainda antes de 120.000 anos AP, houve retrabalhamento pela ação eólica dos topos desses Terraços Arenosos Internos, originando dunas. Em seguida, suas areias migraram para o interior do continente e se sobrepuseram aos Tabuleiros Costeiros, formando os Depósitos Eólicos Antigos, constituídos por areias brancas bem selecionadas que podem atingir altitude superior a 40 m. Assim, é provável que o material arenoso encontrado no topo da Vertente "A" pertença aos Depósitos Eólicos Antigos.

A existência de depósitos arenosos não associados ao material subjacente do Grupo Barreiras também foi observado por Souza et al. (2020) no litoral sul da Bahia. Estes sedimentos, identificados como Pós-Barreiras, são datados do final do Pleistoceno e possivelmente representam dunas diante da estratificação cruzada apresentada. Tais depósitos também deram origem a Neossolos Quartzarênicos e facilitaram o processo de podzolização para a formação de Espodossolos.

O desenvolvimento do Espodossolo (Perfil P2), a expensas do mesmo material que deu origem ao Neossolo Quartzarênico (Perfil P1), ocorreu a partir da migração da matéria orgânica que provavelmente se acumulou em um período de lençol freático mais alto, em uma incipiente área deprimida, provavelmente deflagrada pela reativação tectônica de falhas geológicas pré-existentes do embasamento cristalino (Filizola et al., 2001; Ucha, 2000). Andrade et al. (2020) identificou, na transição entre esses dois perfis de solo, bandas de matéria orgânica impregnadas no material arenoso (Figura 7). Tais bandas, provavelmente iluviais, representam o processo inicial de migração desse material orgânico até que, no setor seguinte da vertente, foram concentradas e permitiram a formação dos horizontes espódicos do Perfil P2.

Quanto ao Cambissolo (Perfil P3) da baixa vertente, sua gênese deve estar associada à dissecação dos Tabuleiros Costeiros e à evolução do vale assimétrico situado na área de estudo.

Figura 7. Bandas de matéria orgânica localizadas entre o Perfil 1 e 2 da Vertente "A"
Fonte: Andrade et al., 2020.

Assim, a abertura desse vale teria ocorrido a partir da incisão da depressão onde se desenvolveu o Espodossolo. Este processo foi responsável pela erosão das superfícies podzolizadas, reduzindo-as apenas à parte intermediária da vertente (área core da antiga depressão), e expôs o material subjacente característico de uma das fácies do Grupo Barreiras, que posteriormente deu origem ao Cambissolo na baixa vertente.

Corrobora para essa análise algumas diferenças químicas e principalmente morfológicas entre o perfil P3 e aqueles localizados a montante da catena, conforme observado na Tabela 1. Além disso, Andrade (2015) identificou seixos sub-angulares e subarredondados entre 330-350 cm de profundidade, na transição entre o Perfil P2 e o Perfil P3. Tal material pode estar associado a uma fácie do Grupo Barreiras que, em algumas áreas, envolveu deposição fluvial do tipo fluxo de detritos onde foi depositado material mal selecionado, incluindo seixos (Fortunato, 2004). Assim, o material de origem do Neossolo Quartzarênico e do Espodossolo Ferri-Humilúvico (perfis P1 e P2, respectivamente) deve estar associado aos depósitos de sedimentos fluviais ou de retrabalhamento eólico de dunas, enquanto o material bruno-oliváceo do Cambissolo (Perfil P3) seria correspondente ao Grupo Barreiras.

A Vertente "B", que apresenta sequência Latossolo Amarelo Distrófico psamítico - Espodossolo Humilúvico Órtico arênico - Espodossolo Humilúvico Órtico típico, levantou uma questão distinta da Vertente "A": que tais solos podem ser resultantes da alteração de uma cobertura latossólica, representando, dessa forma, um sistema de transformação pedológica de solos lateríticos – podzolizados.

A gênese do Latossolo Amarelo (Perfil P4), localizado na alta vertente, pode estar associada à alteração de couraças ferruginosas. Essa hipótese foi considerada após serem encontradas pequenas concreções ferruginosas no horizonte BC do Latossolo (Perfil P4), que podem ser resquícios de uma antiga crosta ou couraça ferruginosa (Figura 8).

Figura 8. Pequenas concreções ferruginosas encontradas no Latossolo da alta Vertente "B" (Perfil P4)

Os efeitos das mudanças climáticas e da neotectônica (Costa Júnior, 2008; Fortunato, 2004; Mesquita et al., 2021) possivelmente estão associados à configuração pedogeomorfológica da Vertente "B". Dessa forma, em um primeiro momento, um relevo tabular foi desenvolvido sobre coberturas lateríticas do Grupo Barreiras e, posteriormente, a reativação neotectônica de falhas teria formado uma depressão fechada que acumulou água em um período mais úmido, assim como analisado para a Vertente "A".

Esse ambiente anaeróbio teria impulsionado o acúmulo de matéria orgânica e iniciado o processo de podzolização. Então, nos locais em que os fluxos d'água convergiam, no centro da depressão, desenvolveram-se Espodossolos, enquanto nas bordas, com boa drenagem, Latossolos. Esse é um processo já evidenciado por Fortunato (2004) no Litoral Norte da Bahia. Assim, levanta-se uma hipótese de elevação do nível freático na área de estudo, associado ao aumento da umidade, que teria provocado, inicialmente, hidratação e, portanto, o amarelecimento do Latossolo, na alta Vertente "B", através da transformação de óxidos de hematita em óxidos de goethita (Kämpf et al., 2012).

Com o avanço do processo de podzolização e dissolução dos minerais de argila em direção às bordas da referida depressão, os solos lateríticos foram alterados e tornaram-se empalidecidos devido a lixiviação do Fe^{2+} e pelo

predomínio de minerais resistentes ao intemperismo, como o quartzo. Houve, também, a migração e concentração de compostos organometálicos que formaram os horizontes espódicos e, portanto, os Espodossolos na média e baixa Vertente "B". Abaixo desses, identificou-se um horizonte endurecido, cuja gênese pode estar associada a esse processo de podzolização e, portanto, à mobilização vertical-lateral de compostos aluminossilicatos amorfos que, ao precipitarem, em profundidade, atuaram como agente cimentante desse horizonte, conforme discutido por Araújo Filho (2003). Posteriormente, uma rede de drenagem foi instalada sobre essa depressão fechada e a abertura do vale iniciada.

Assim, a proposta de evolução da Vertente "B" está baseada em ocorrência de ação neotectônica e de uma fase climática mais úmida que produziram um sistema de transformação Latossolo - Espodossolo, de montante para jusante. O favorecimento da formação de Espodossolos sob o domínio de ciclos climáticos mais úmidos também foi realizada por Schiavo et al. (2020), ao estudar solos de muçunungas sobre os Tabuleiros Costeiros do Estado do Espírito Santo, onde os autores identificaram que os horizontes espódicos foram formados entre 38.890 e 14.251 anos AP, no final do Pleistoceno.

Quando são comparados os dados entre o Latossolo (Perfil P4) e o Espodossolo (Perfil P5), observados nas Tabelas 3 e 4, nota-se uma diminuição no pH, empobrecimento progressivo na porcentagem de argila e óxidos de Fe e Al e uma elevação nos valores de saturação por Al^{3+}. Tais características sugerem um avanço do processo de podzolização, de jusante para montante, que promoveu a dissolução dos minerais de argila de coberturas pedológicas lateríticas, concentração de cátions polivalentes e manutenção de minerais resistentes ao intemperismo químico.

Desse modo, é observado que os Espodossolos estão localizados no terço intermediário das Vertentes "A" e "B", no entanto, no terço inferior essa classe de solo ocorre apenas na Vertente "B", sendo substituída na Vertente "A" pelo Cambissolo. Dessa forma, é possível que durante o processo de abertura do vale, uma erosão diferencial tenha eliminado o Espodossolo da baixa Vertente "A", mas não o Espodossolo da baixa Vertente "B". Isso é condizente com a diferença entre a extensão da Vertente "A", mais curta e, portanto, mais erodida, em relação a Vertente "B", mais longa e mais preservada da incisão fluvial, caracterizando, assim, uma assimetria no vale, tanto em relação à topografia, forma e comprimento da encosta, quanto em relação à pedogeomorfogênese.

Conclusões

A partir da bibliografia consultada, das observações em trabalhos de campo e dados de laboratório, observa-se que o vale estudado apresenta uma diversidade de processos pedogemorfológicos que foram desenvolvidos ao longo do tempo geológico.

As ações das forças mecânicas e químicas, que atuaram na modelagem do relevo, também estão expostas na topografia da área de estudo. A assimetria do vale revela atuação dos processos erosivos, enquanto as formas côncavas indicam os processos geoquímicos que dissolveram os minerais.

A área de estudo também apresenta diversidade nos materiais de origem dos solos. A Vertente "A" exibe um material alóctone no terço superior, provavelmente referente aos Depósitos Eólicos Antigos, identificados por Dominguez (2006), ou à deposição de sedimentos fluviais do Rio Pojuca, interrompida após provável alteração do seu curso por reativação neotectônica.

Sobre tal material foi desenvolvido um profundo Neossolo Quartzarênico Órtico típico, no topo, e um Espodossolo Ferri-Humilúvico Órtico típico, na média vertente. Na baixa vertente domina um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, que possivelmente foi desenvolvido por material autóctone, relativo ao Grupo Barreiras.

A Vertente "B" também apresenta solos desenvolvidos a partir de materiais autóctones. O topo exibe um Latossolo Amarelo Distrófico psamítico, enquanto na média e baixa vente foram desenvolvidos um Espodossolo Humilúvico Órtico arênico e um Espodossolo Órtico típico, respectivamente. A partir da análise das variações nos dados de granulometria, morfologia e química do solo, foi concluído que a Vertente "B" apresenta um sistema de transformação pedológica Latossolo - Espodossolo.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo para a primeira autora realizar essa pesquisa durante seu mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo subsídio para realização do projeto Solos e Paisagens na Área de Proteção Ambiental – APA Litoral Norte do Estado da Bahia (Processo 449947/2014-9).

À Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente de Mata de São João (SEPLAN), pela autorização para a execução dos trabalhos de campo.

Ao Prof. André Netto, pela concessão do Laboratório de Solos do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia para realizar a preparação das amostras.

Ao Laboratório de Física do Solo e ao Laboratório de Metais Traços, ambos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela realização das análises físicas e químicas do solo.

Referências

Almeida Júnior, M. V. C. A., Anjos, J. A. S. A., Sampaio, F. J., 2013. Mapeamento geológico da zona costeira limitada pela foz do rio Pojuca e a praia de Imbassaí, Mata de São João - Bahia. Revista Geologia USP 13, 41-50.

Andrade, I. C. M., 2015. Estudo pedogeomorfológico de uma sequência de solos da Reserva Sapiranga - APA Litoral Norte – Bahia. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Andrade, I. C. M., 2018. Caracterização e evolução pedogeomorfológica de um sistema de transformação Argissolo-Espodossolo nos tabuleiros costeiros da APA Litoral Norte do Estado da Bahia. 127 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Andrade, I. C. M.; Lima, J. M., Diniz, A. D., Rosa, M. E. C., 2020. Caracterização pedogeomorfológica de uma transição Neossolos Quartzarênicos - Espodossolos na reserva da Sapiranga, Mata de São João-BA. GeoUECE [online] 09, 154-166. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/2191/3636. Acesso: 12 ago. 2021.

Araújo Filho, J. C., 2003. Horizontes cimentados em Argissolos e Espodossolos dos Tabuleiros Costeiros e em Neossolos Regolíticos e Planossolos da Depressão Sertaneja no Nordeste do Brasil. 238 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Augustin C. H. R. R., 1985. A Geografia Física: o levantamento integrado e avaliação de recursos naturais. Rio Claro, Bol. Geografia Teorética 15, 141-153.

Brady, N. C., Weil, R. R., 2013. Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos. Porto Alegre: Bookman.

Camargo, O. A., Moniz, A.C., Jorge, J. A., Valadares, J. M. A. S., 2009. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos (ed. ver. ampl.). 77 p. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. Campinas.

Campos, M. C. C., 2012. Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. Ambiência 8, 963-982.

CONDER. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia, 2010. Curvas de nível. Vetores em shapefile. Equidistância: 5m. Salvador.

Costa Júnior, M. P., 2008. Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos Leques Aluviais Pleistocênicos no Litoral Norte da Bahia – município de Conde. 249 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geologia). Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Curi, N., Kämpf, N., 2012. Caracterização do solo. In: Ker, J. C., Curi, N.; Schaefer, C; Vidal Torrado, P. Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Dominguez, J. M. L., 2006. Sistema de Informações Geográficas para o Suporte à Gestão e ao Monitoramento do Litoral Norte do Estado da Bahia. 30 p. Governo do Estado da Bahia /GERCO Bahia/CRA/MMA. Salvador.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. 5 ed. Embrapa Solos. Rio de Janeiro.

Filizola, H. F., Lamotte, M., Fritsch, E., Boulet, R., Araújo Filho, J. C., Siva, F. B. R., Leprun, J. C., 2001. Os fragipãs e duripãs das depressões dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro: uma proposta de evolução. Revista Brasileira de Ciência do Solo 25, 947-963.

Fortunato, F. F., 2004. Sistemas pedológicos nos tabuleiros costeiros do litoral norte do Estado da Bahia: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário. 366 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geologia)

Universidade Federal da Bahia, Salvador.

INEMA. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos., 2014. Mapa de Vegetação – Estado da Bahia. Escala: 1: 1. 250.000 [online]. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/servicos/mapas-tematicos/?dl_page=2. Acesso em: 25 abr. 2018. Salvador.

Kämpf, N., Marques, J. J., Curi, N., 2012. Mineralogia dos solos brasileiros: principais aspectos. In: Ker, J. C., Curi, N.; Schaefer, C; Vidal Torrado, P. Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Lima, J. M., 2017. Levantamento pedológico e morfopedologia na Área de Proteção Ambiental Litoral Norte do Estado da Bahia – entre os rios Pojuca e Imbassaí. 201 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal da Bahia, Salvador.

McKeague, J. A., Day, J. H., 1966. Dithionite and oxalate - extractable Fe and Al as Aids in differentiating various classes of soils. Canadian Journal of Soil Science 46, 13-22.

Menezes, A. R., Fontana, A., Anjos, L. H. C., Pereira, M. G., Schiavo, J. A., 2022. Soils with dark subsurface horizons in saline basins in the Brazilian Pantanal. Revista Brasileira de Ciência do Solo [online] 46. Disponível em: https://www.rbcsjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/1806-9657-rbcs-46-e0210088/1806-9657-rbcs-46-e0210088.x55759.pdf. Acesso: 01 jul. 2022.

Mesquista, A. F., Vieira, V. R. A., Arab, P. B., Bruch, A. F. Alves, T. N., 2021. Aspectos morfoestruturais da margem costeira do extremo sul da Bahia (Brasil): implicações neotectônicas na evolução geomorfológica costeira. Revista Brasileira de Geomorfologia 22, 47-64.

Milne, G., 1935. Some suggested units of classification and mapping particularly for East African soils. Soil Research - Bodenkundliche Forschung 4, 183-198.

Nunes, B. T. A., Ramos, V. L. S., Dilliger, A. M. S., 1981. Geomorfologia. In: Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 24 Salvador: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro.

Oliveira, D. A. S., Ker, J. C., Pereira, T. T. C., Schaefer, C. E. G. R., Fontes, M. P. F., Silva filho, L.A., 2021. Litossequência de solos na Serra da Moeda, Quadrilátero Ferrífero. Revista Geociências UNESP [online] 40, 1063-1080. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/16142/12302. Acesso: 03 jul. 2022.

Pereira, M. G., Silva, R. C., Pinheiro Júnior, C. R., Oliveira, S. R., Silva Neto, E. C., Fontana, A., Pacheco, A. A., Pedron, F. A., 2022. Soil genesis on the soft slopes of ancient coastal plains, southeastern Brazil. Catena [online] 210. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816221007529. Acesso: 02 jul. 2022.

Queiroz Neto, J. P., 2011. Relações entre as vertentes e os solos: revisão de conceitos. Revista Brasileira de Geomorfologia 12, 15-24.

Santos, R.D., Lemos, R.C., Santos, H.G., Ker, J.C., Anjos, L.H.C., Shimizu, S. H., 2015. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Schaefer C. E. G. R., Campos, P. V., Candido. H. G., Corrêa, G. R., Faria, R. M., Vale Jr, J. F., 2020. Serras e pantanais arenosos: solos e geoambientes em unidade de conservação da Amazônia, Brasil. Neotropical Biology and Conservation 15, 43–69. Disponível em: https://neotropical.pensoft.net/article/49221/. Acesso: 03 jul. 2022.

Schiavo, J. A., Pessenda, L. C. R., Buso Júnior, A. A., Calegari, M. R., Fornari, M., Secretti, M. L., Pereira, M. G., Mayle, F. E., 2020. Genesis and variation spatial of Podzol in depressions of the Barreiras Formation, northeastern Espírito Santo State, Brazil, and its implications for Quaternary climate change. Journal of South American Earth Sciences [online] 98. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981119304249. Acesso: 27 jun. 2022.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 1999. Balanço Hídrico do Estado da Bahia. Salvador.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2010. Hidrografia. Vetores em *shapefile*. Escala: 1:10.000. Salvador.

Souza, C. M. P., Costa, L. M., Firmino, F. H. T., Lima, C. C. U., Moreau, A. M. S. S., Leite, M. E., 2020. Association of Post-Barreiras and

Barreiras Formation strata and influence on soil genesis, Southern Bahia – Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo [online] 44. Disponível em: https://www.rbcsjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/1806-9657-rbcs-44-e0200015/1806-9657-rbcs-44-e0200015.x55759.pdf. Acesso: 30 jun. 2022.

St Jean, L. T., 2017. Análise espaço temporal do uso e cobertura da terra na APA Litoral Norte do Estado da Bahia (1993-2010), entre os rios Pojuca e Imbassaí. 102 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal da Bahia. Salvador.

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K., Fontana, A., Teixeira, W. G. (orgs.), 2017. Manual de métodos de análise de solos. 3 ed. 575 p. Embrapa Solos. Rio de Janeiro.

Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review [online] 38. Disponível: http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=16964. Acessso: 30 jan. 2018.

Tricart, J., Silva, T. C. da., 1968. Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe. 167 p. Salvador: Fundação para Desenvolvimento da Ciência na Bahia.

Ucha, J, M., 2000. Processos de transformação Latossolo-Espodossolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia. 187 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geologia). Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Yeomans, J. C., Bremmer, J. M., 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 19, 1467-1476.