

EVOLUÇÃO DE NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS COM BASE EM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

DEVELOPMENT OF NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS BASED IN CASE STUDY IN THE NORTHWEST REGION OF THE STATE OF PARANÁ

ÉVOLUTION DES NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS BASÉ EN ÉTUDE DE CAS DANS LA RÉGION NORD-OUEST DU PARANÁ

LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS¹
JOSÉ GUILHERME DE OLIVEIRA²

¹ Professor do departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná (UFPR).
E-mail: santos.ufpr@gmail.br, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-1165-6382>.

² Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).
E-mail: joseguilhermegeo@gmail.com, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-7504-2913>.

Recebido 05/11/2020

Enviado para correção 15/11/2020

Aceito 15/12/2020

RESUMO

A presença dos Neossolos Quartzarênicos (RQz) na região noroeste do Paraná é citada na literatura nacional por diversos autores, porém, com divergências quanto a sua gênese e formação. A existência dessas pesquisas lança hipóteses até o momento ainda não totalmente comprovadas. Desta forma, o objetivo do presente artigo é avançar na discussão sobre o sistema de transformação lateral de solos que leva a ocorrência dos RQz. O trabalho foi realizado em 58 pontos de exploração em uma bacia hidrográfica de primeira ordem, por meio de sondagens, topossequências, transectos e descrição de perfis. Os resultados obtidos mostraram que a gênese dos RQz na bacia está ligada a processos pedogenéticos de elutriação e de eluviação, que favorecem a remoção e a migração de material fino, intensificado a partir da instalação e da evolução do vale.

Palavras-chave: Noroeste do Paraná. Neossolos Quartzarênicos. Sistema de Transformação Lateral.

ABSTRACT

The presence of Neossolos Quartzarênicos (RQz) in the northwestern region of Paraná is mentioned in the Brazilian national literature by several authors, however, with divergences as to their genesis and formation. The existence of these researches raises hypotheses that have not yet been fully verified. Thus, the objective of this article is to advance the discussion on the lateral soil transformation system that leads to the occurrence of RQz. The work was carried out at 58 exploration points in a first order hydrographic basin, using soundings, topossequences, transects and description of soil profiles. The results obtained showed that the genesis of RQz in the basin is linked to pedogenetic processes of elutriation and eluviation, that support the removal and migration of fine material, intensified from the installation and evolution of the valley.

Key Words: Northwest of Paraná. Quartzarenic Neossols. Lateral Transformation System.

RÉSUMÉ

La présence de Neossolos Quartzarênicos (RQz) dans la région nord-ouest du Paraná est mentionnée dans la littérature brésilienne par plusieurs auteurs, avec des divergences quant à leur genèse et formation. L'existence de ces recherches soulève des hypothèses qui n'ont pas encore été pleinement prouvées. Ainsi, l'objectif du présent article est de avancer la discussion sur le système de transformation latérale des sols qui conduit à l'apparition des RQz. Les travaux ont été menés en 58 points d'exploration dans un bassin versant de premier ordre, à partir de sondages, toposéquences, transects et description des profils. Les résultats obtenus ont montré que la genèse du RQz dans le bassin est liée à des processus pédogénétiques d'élutriação et d'éluviação, qui favorisent l'enlèvement et la migration de matière fine, intensifiés depuis l'installation et l'évolution de la vallée.

Mots clés: Au nord-ouest de Paraná. Néossols quartzarênicos. Système de transformation latérale.

INTRODUÇÃO

A região noroeste do estado do Paraná é caracterizada pelo predomínio de relevo suave a suavemente ondulado associado a uma morfologia de colinas amplas e médias com e sem ruptura de declive na meia encosta. Esse relevo relativamente monótono é interrompido

pontualmente pela presença de feições residuais e de caráter local como morrotes sustentados por cimentação silicosa (FERNANDES; COUTO; SANTOS, 2012), carbonática ou materiais ferruginosos (FUMIYA *et al.*, 2016; FUMIYA; SANTOS; RIFFEL, 2019) e pela presença de paleofeições erosivas (GOULART; SANTOS, 2014).

No que refere aos solos, duas classes se destacam na região: os Latossolos e os Argissolos, em sua maioria com textura média ou arenosa (EMBRAPA, 2007), característica essa que, em associação aos processos de ocupação da paisagem, impuseram a região uma recorrência de processos erosivos lineares, sobretudo voçorocas (FIDALSKI, 1997; GASPARETTO *et al.*, 2001).

A distribuição dessas classes de solo ao longo das vertentes na região de estudo segue um padrão descrito com frequência na literatura; os Latossolos ocupam a maior parte das vertentes, do topo até a média/baixa vertente, sendo sucedidos pelos Argissolos (NAKASHIMA, 1999; CUNHA; CASTRO; SALOMÃO, 1999; CALEGARI, 2000; MARTINS, 2000; GASPARETTO *et al.*, 2001; ZAPAROLI; GASPARETTO, 2010).

Embora não exista um modelo definitivo que explique a gênese desses solos a partir de um sistema de transformação lateral, desenvolvido em substrato arenítico, é consenso entre os autores que se debruçaram sobre esse tema que o horizonte Bw dos Latossolos se transforma lateralmente no horizonte Bt. Os trabalhos sugerem, em sua grande maioria, que ocorre uma transformação do primeiro no segundo, vinculada a mecanismos de adensamento da estrutura microagregada dos Latossolos e a mecanismos de argiluviação. Resultados de pesquisas que comprovam esses processos são encontrados em Castro (1989), Moniz (1992), Vidal-Torrado *et al.* (1999), Cooper, Vidal-Torrado e Lepsch (2002) e Santos e Castro (2006).

Além dos Latossolos e dos Argissolos, predominantes na maior parte da região, os Gleissolos e os Organossolos são encontrados nas margens das principais drenagens (LEPSCH, 2011; EMBRAPA, 2007; NOWATZKI *et al.*, 2018). Os Neossolos Quartzarênicos ocorrem também nas margens dos rios e em cabeceiras de drenagem (OLIVEIRA; SANTOS; CALEGARI, 2020; BECKAUSER; SILVEIRA, 2020), porém estão sujeitos a processos distintos de pedogênese.

A presença dos Neossolos Quartzarênicos na região é mencionada por alguns autores (MURATORI, 1996; NAKASHIMA, 1999; CUNHA; CASTRO; SALOMÃO, 1999; CALEGARI, 2000; GASPARETTO *et al.*, 2001), sendo objeto de um estudo mais detalhando com relação a sua gênese em Oliveira, Santos e Calegari (2020).

Nesse último trabalho supracitado, foram descritas duas topossequências e identificado um sistema pedológico com Argissolos Vermelho e Neossolos Quartzarênico. Os Argissolos ocupando as porções superior e média das vertentes, com os Neossolos Quartzarênicos situados próximos aos vales. Estes autores observaram também uma mudança gradual de cor, lateral e em profundidade nos horizontes, gradando do vermelho para o amarelo até o brunoclaro-acinzentado no fundo dos vales.

A utilização da cor do solo, como parâmetro para estudar a evolução dos solos, é referência em trabalhos desenvolvidos pelos pedólogos franceses em solos tropicais e subtropicais na África (DELHUMEAU, 1965, FAURE, 1975, BEAUDOU *et al.*, 1977 CHAUVEL; PEDRO, 1978).

A existência dessas pesquisas pretéritas que se complementam, mas também que apresentam divergências quanto a gênese desses solos, lançam hipóteses até o momento ainda não totalmente comprovadas, justificando a continuidade dos estudos na região Noroeste do Paraná.

O prosseguimento no estudo dos Neossolos Quartzarênicos é importante porque essa classe de solos marca uma importante etapa de evolução dos processos pedogenéticos associados aos sistemas de transformação lateral. No que se refere ao uso e ocupação, a textura

arenosa encontrada nesses solos lhes confere uma maior fragilidade tanto para uso agrícola como para outros tipos de uso. Essa fragilidade textural segundo Castro e Hernani (2015) associa-se à elevada taxa de decomposição da matéria orgânica, à baixa capacidade de troca de cátions e à fraca agregação das partículas, levando-os a possuírem alta suscetibilidade à erosão.

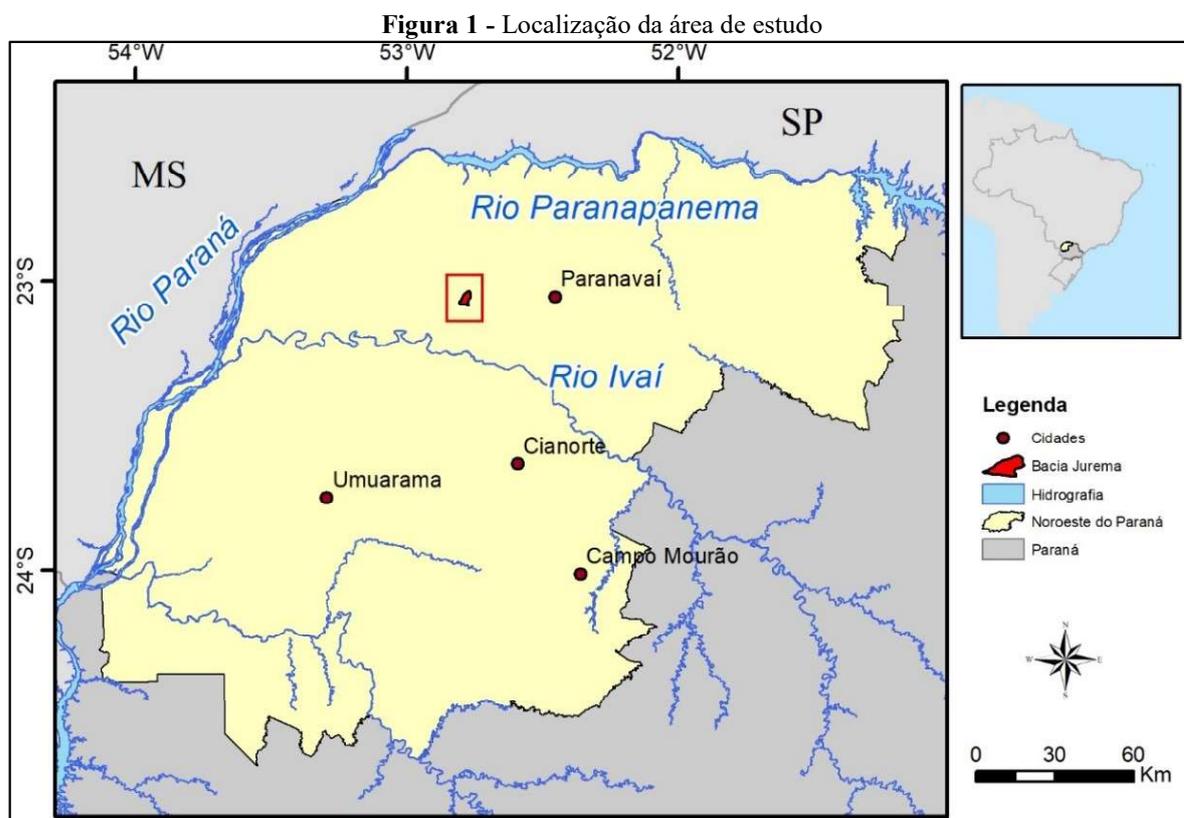
Desta forma, o objetivo do presente artigo foi avançar com a discussão iniciada no artigo publicado por Oliveira, Santos e Calegari (2020) sobre o sistema de transformação lateral de solos que resulta na ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos no noroeste do Paraná.

A partir de um estudo detalhado nos rumos transversal e longitudinal em uma bacia hidrográfica de primeira ordem, foi proposto um modelo de evolução desses solos.

Esse modelo, a partir de parâmetros geomorfológicos e pedológicos bem definidos, poderá ser testado e extrapolado para outras bacias hidrográficas da região que possuem processos de transformação lateral Latossolo-Argissolo nas vertentes (NAKASHIMA, 1999) e que apresentem elevadas taxas de denudação (COUTO *et al.*, 2018).

A continuidade desse tema em pesquisas futuras possibilitará o desenvolvimento de um modelo que relacione as taxas de denudação, já mensuradas para diversas bacias, com o aparecimento e o desenvolvimento dos Neossolos Quartzarênicos.

A área de estudo se localiza na bacia do córrego Jurema (13 Km²), no município de Amaporã, na Mesorregião Noroeste Paranaense, Microrregião de Paranavaí (Figura 1). É uma sub-bacia hidrográfica de primeira ordem, instalada entre o divisor dos rios Paranapanema-Ivaí que drena para o rio Ivaí, com vertentes próximas a 1.500 m na margem direita e 1000 metros na margem esquerda.



Fonte: elaborada pelos autores.

A região noroeste do Paraná é composta por rochas sedimentares da bacia do Bauru, denominadas Grupo Caiuá (FERNANDES *et al.*, 2012). O Grupo Caiuá é subdividido em três

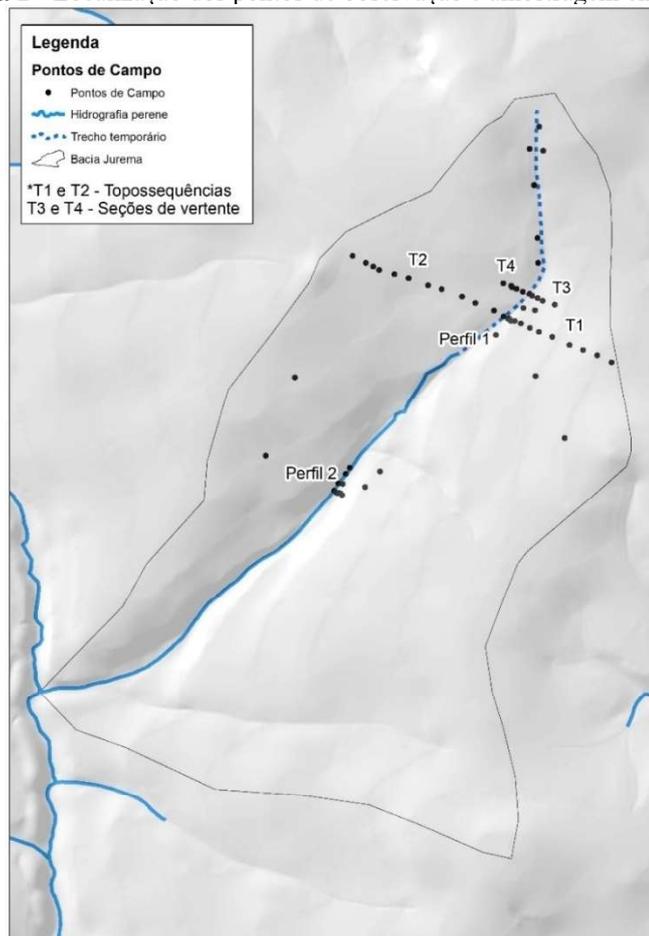
formações: Formação Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, formações características de ambientes desérticos, distinguidas por seus tipos de acumulação ‘zona de depósitos eólicos periféricos (Fm. Goio Erê), zona central de *sand sea*, (Fm. Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos (Fm. Goio Erê) e planícies de lençóis de areia (Fm. Santo Anastácio)’ (FERNANDES; COIMBRA, 1994).

No mapeamento geomorfológico publicado por Santos *et al.* (2006), a região noroeste do Paraná é subdividida em duas unidades morfoestruturais: Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares cenozoicas e depressões tectônicas sendo que essas duas unidades se subdividem nas unidades morfoesculturais terceiro planalto paranaense e planícies. As subunidades morfoesculturais são: Planalto de Maringá; Planalto de Campo Mourão; Planalto de Paranavaí; Planalto de Umuarama e Planícies Fluviais. O relevo regional é em geral uniforme e monótono, com a presença de planaltos inclinados em direção ao vale do rio Paraná. As altitudes variam de 600 metros, nas proximidades do contato com a Formação Serra Geral, a 300 metros nas margens dos rios Paranapanema e Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na área de estudo foram efetuados 58 pontos de exploração (Figura 2), por meio de sondagens independentes, topossequências, transectos e descrição de perfis expostos. Em todas as sondagens, as amostras de solo foram coletadas em profundidades padronizadas (5, 20, 50, 90 e 120 cm).

Figura 2 - Localização dos pontos de observação e amostragem em campo



Fonte: elaborada pelos autores.

Os trabalhos de prospecção em campo, realizados nas duas topossequências (OLIVEIRA; SANTOS; CALEGARI, 2020) e nos dois transectos, seguiram os pressupostos metodológicos contidos em Boulet *et al.* (1982, a, b e c) e possibilitaram cartografar a distribuição bidimensional dos horizontes pedológicos e as suas transições verticais e laterais.

A descrição dos solos foi realizada segundo Santos *et al.* (2010) e a classificação conforme Santos *et al.* (2013). Para os dois perfis, foram descritas as seguintes características morfológicas: horizontes, profundidade, cor (seca e úmida), textura em campo, estrutura, consistência, plasticidade, pegajosidade e transição.

Amostras deformadas de cada horizonte foram coletadas para realização de análises físicas e químicas, Ph em CaCl, pH SMP, Al, H+Al, Ca, Mg, K, P, C, K, e com esses dados calculados os valores de CTC, V e M %. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química e fertilidade do Solo, lotado no departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR.

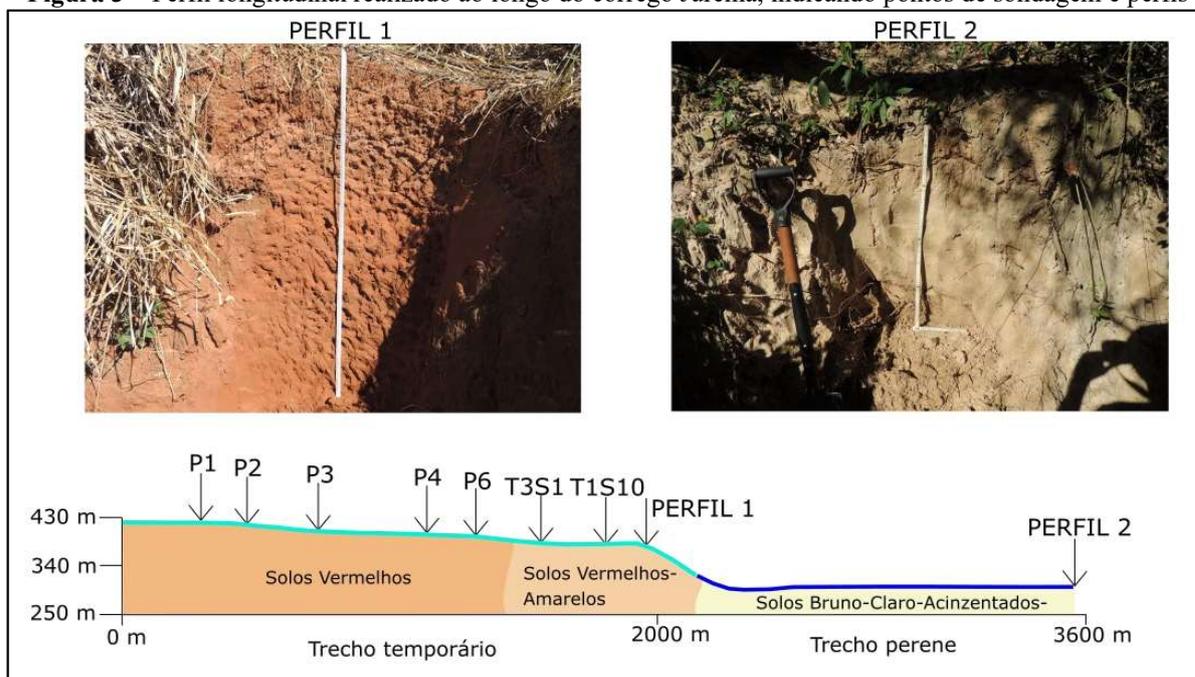
As análises granulométricas foram realizadas seguindo Teixeira *et al.* (2017), através do método da pipeta. As análises foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia e Petrologia Sedimentar da UFPR (LABESED), vinculado ao Departamento de Geologia.

As análises granulométricas foram realizadas seguindo Teixeira *et al.* (2017), através do método da pipeta. As análises foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia e Petrologia Sedimentar da UFPR (LABESED), vinculado ao Departamento de Geologia.

RESULTADOS

Na área estudada foram identificadas três classes de solo no primeiro nível categórico, Latossolos, Argissolos e Neossolos. Os Latossolos por meio de sondagens a trado, enquanto que os Argissolos e os Neossolos, além das sondagens, foram analisados a partir de perfis localizados em seu meio natural.

Figura 3 – Perfil longitudinal realizado ao longo do córrego Jurema, indicando pontos de sondagem e perfis



Fonte: elaborada pelos autores.

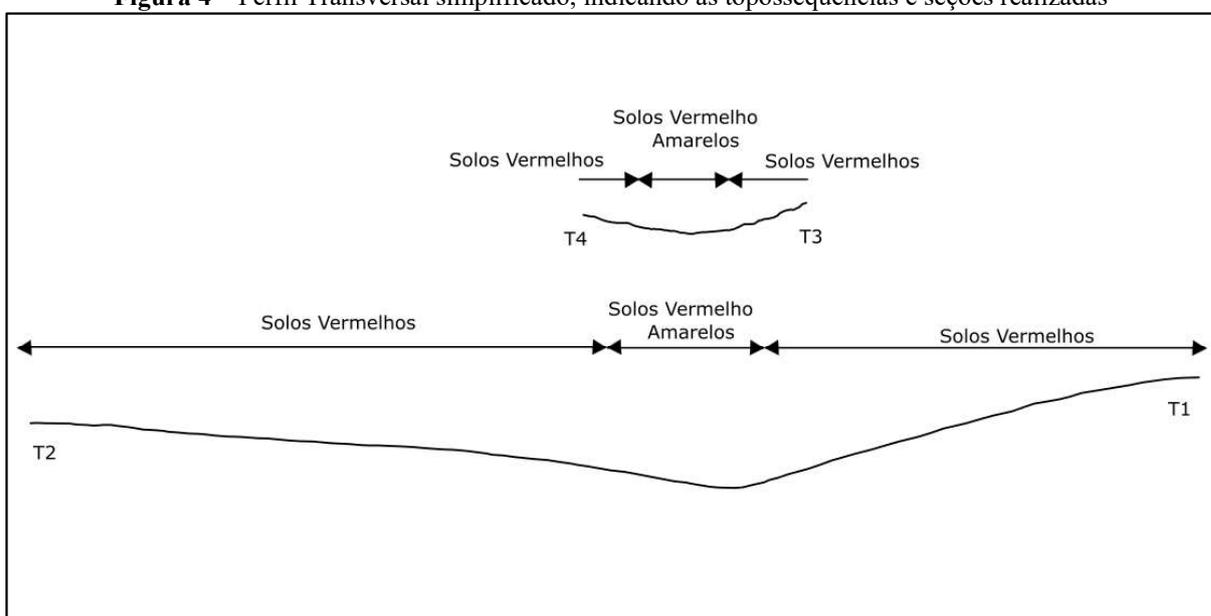
A bacia hidrográfica do córrego Jurema tem apenas um canal localizado na sua porção central que se encontra dividido em dois trechos; o primeiro sem a presença de uma drenagem perene e o segundo com uma drenagem perene instalada no vale onde se inicia o parque estadual de Amaporã.

Conforme se observa na Figura 3, ao longo do vale sem a presença de drenagem perene, as sondagens realizadas (P1 a P6) identificaram a presença de solos vermelhos (2,5 YR), com textura arenosa em superfície e média a partir das sondagens de 90 cm.

Entre a porção superior do vale a o trecho com drenagem instalada existe uma área de transição, onde os solos têm as mesmas características de textura arenosa, no entanto a cor é vermelho-amarela (5 YR), passando para bruno-claro-acinzentados no trecho perene.

Oliveira (2019), ao trabalhar em topossequências posicionadas transversalmente ao eixo de drenagem do córrego Jurema, também verificou uma mudança na cor dos solos no terço inferior das vertentes (Figura 4).

Figura 4 – Perfil Transversal simplificado, indicando as topossequências e seções realizadas



Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

O perfil 1 (Tabela 1), classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Espessarênico Abrupto, possui 1 m e 50 centímetros de profundidade. O Perfil apresenta uma sucessão de horizontes Ap – A/B – B/A – Bt.

Os dois horizontes mais próximos a superfície (Ap e A/B) apresentam características de material depositado enquanto os horizontes B/A e Bt tem características de material in situ.

Os horizontes Ap, A/B e B/A apresentaram espessura de 14, 14 e 22 cm, respectivamente, textura arenosa, estrutura de blocos média, consistência fraca sem presença de pegajosidade e plasticidade e a transição entre ambos os horizontes foi difusa. Os horizontes apresentaram pH de 4,63, 4,32 e 4,17 e CTC de 1,3, 1,12 e 1,32 respectivamente.

O horizonte Bt apresentou textura arenosa-média, coloração bruno avermelhada (5 YR 4/6) e estrutura em blocos pequenos. A relação textural foi de 4,7, que possibilitou ao perfil ser englobado no subgrupo espessarênico abrupto. O pH do horizonte foi de 4,27 e a CTC de 1,86.

Tabela 1 - Caracterização do Perfil 1

		X	Y	PERFIL 1										ELEVACÃO (m)		374	
COORDENADAS		317155	7447172	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO ESPESSARÊNICO ABRÚPTICO													
		(g ⁻¹ Kg)			Cmolc/dm ³						ppm	g/dm ³	ppm	Cmolc/dm ³			
Horizonte	Argila	Silte	Areia	Ph CaCl	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	C	K	CTC (EFETIVA)	V%	M%	
Ad	17,19	52,6	930,2	4,63	7	0,11	2,4	0,6	0,5	0,09	2,5	0,6	3,6	1,3	33,14	8,46%	
Ab	12,08	25,71	962,19	4,32	7,1	0,17	2,2	0,6	0,3	0,05	0,9	0,6	2	1,12	30,15	15,18%	
B/A	23,67	56,45	919,86	4,17	6,9	0,27	2,5	0,7	0,3	0,05	0,6	0,6	2,1	1,32	29,57	20,45%	
Bt	113,56	56,7	829,72	4,27	6,9	0,31	2,5	1	0,5	0,05	0,6	0,6	1,8	1,86	38,27	16,67%	

Fonte: elaborada pelos autores.

O perfil 2 (Tabela 2) foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico, apresenta 1 m e 65 centímetros de profundidade, e uma sucessão de horizontes A sobre C. Esse solo ocorre nas margens do Córrego Jurema.

O horizonte A possui 14 cm de espessura, cor bruno amarelada (10 YR 3/4), estrutura de grão simples, consistência fraca, sem presença de pegajosidade e não plástico. Por se encontrar em um ambiente de mata densa, o horizonte A foi a que apresentou maiores valores de Carbono, quase 4 vezes maiores que o mesmo horizonte do perfil 1. O pH no horizonte A é 4,38 enquanto a CTC é de 1,75.

A transição entre os horizontes é difusa, o horizonte C apresenta cor bruno claro acinzentada (10 YR 7/3), estrutura de grão simples, consistência fraca, sem presença de pegajosidade e plasticidade. O pH no horizonte C é 4,35 e a CTC é 1,43.

Tabela 2 - Caracterização do Perfil 2

		X	Y	PERFIL 2										ELEVACÃO (m)		322	
COORDENADAS		315987	7446064	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ÓRTICO TÍPICO													
		(g ⁻¹ Kg)			Cmolc/dm ³						ppm	g/dm ³	ppm	Cmolc/dm ³			
Horizonte	Argila	Silte	Areia	Ph CaCl	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	C	K	CTC	V%	M%	
A	51,29	33	915,69	4,38	7,1	0,14	2,2	1,1	0,4	0,11	1,2	2,1	4,2	1,75	42,25	8,00%	
C	29,04	16,1	954,82	4,35	7,3	0,17	1,9	0,9	0,3	0,06	0,6	0,6	2,4	1,43	39,87	11,89%	

Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 5 – (a) Exportação de ferro na base perfil de exposto (ferridrita); b) Perfil esbranquiçado



As margens do córrego Jurema, foram verificados locais com exportação de ferro na base de outros perfis expostos (Figura 5a), indicando a perda desse material e a formação de solos amarelados inicialmente e posteriormente esbranquiçados com textura

predominantemente arenosa. Essas cores mais pálidas refletem a ação da água no sistema, variando de um sistema relativamente drenado (cores vermelho-amareladas, 5 YR) a mal drenado (bruno-clara-acinzentado, 10 YR) (Figura 5b).

Os resultados obtidos a partir das sondagens e dos perfis localizados ao longo do córrego Jurema, mostraram que a gênese dos Neossolos Quartzarênicos na bacia está ligada a processos pedogenéticos de elutriação e de eluviação, que favorecem a remoção e a migração de material fino (argila, silte), respectivamente.

O processo de eluviação do material fino, acompanhado da iluviação, produz um gradiente textural com formação do horizonte Bt característico dos Argissolos, conforme já mencionado em diversos trabalhos desenvolvidos na região ou até mesmo um espessamento no material arenoso sem pedalidade, levando a ausência de um horizonte B nos Neossolos Quartzarênicos. Na bacia do córrego Jurema, Oliveira, Santos e Calegari (2020) sugerem que a formação desse gradiente textural ocorre principalmente pela elutriação do material fino em detrimento da eluviação.

Como pode ser observado no perfil longitudinal realizado no córrego Jurema (Figura 4), esse processo de alteração da cor e conseqüentemente a mudança de classe dos solos, se inicia próximo ao final do trecho temporário do córrego. Os solos inicialmente vermelhos, situados a montante, mudam para vermelho amarelo e finalmente para bruno-claro acinzentado, no trecho permanente do córrego.

O modelo evolutivo proposto por Oliveira, Santos e Calegari (2020), a partir da análise de duas topossequências e dos resultados obtidos em outros trabalhos desenvolvidos na região, propõe quatro estágios de evolução morfopedológica para a bacia.

O princípio desse modelo (Figura 6), elaborado a partir do estudo de duas topossequências, parte da seguinte ideia: o relevo inicialmente constituído na bacia variava de plano a suavemente ondulado (FUMIYA *et al.*, 2016), com predomínio dos Latossolos em praticamente todos os setores das vertentes. A partir da instalação do vale principal, se inicia a transformação dos Latossolos em Argissolos até a configuração do cenário atual presença dos Neossolos Quartzarênicos no fundo do vale com coloração vermelho-amarelada na porção perene da drenagem.

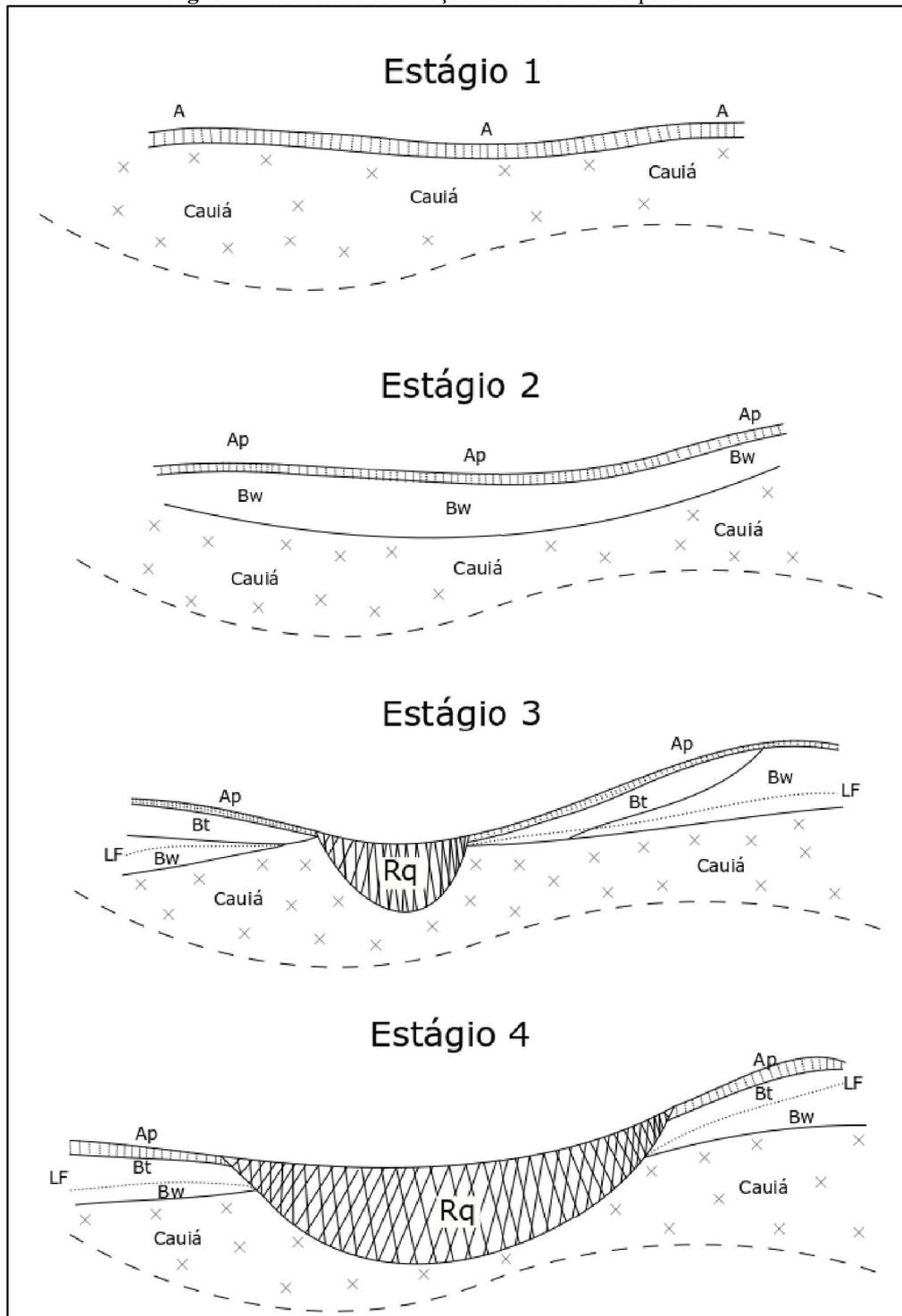
Os resultados da presente pesquisa trazem dados de outros setores da bacia, que sustentam as ideias propostas no artigo anterior, como também as complementam, no que se refere a instalação e a progressão remontante dos solos arenosos ao longo do canal. Assim, o modelo organizado em três fases (Figura 7), sugere uma propagação nas mudanças de relevo e dos solos na escala da bacia hidrográfica.

Fase 1: ausência de drenagem instalada, a água da chuva escoava naturalmente pela vertente a partir de locais preferenciais como pequenos vales/talvegues, que surgem associados a variação espaço-temporal dos mecanismos de geração dos escoamentos superficial e subsuperficial. Neste cenário predominam os Latossolos em todos os setores da bacia. Nos locais de escoamento preferencial da água se inicia o processo de elutriação do material fino.

Fase 2: entalhe maior do vale, fruto do contínuo processo de escoamento das águas nos períodos de chuva. Não obstante essa característica, a drenagem ainda se mantém predominantemente temporária ao longo do córrego. No terço inferior da bacia ocorrem os primeiros sinais de mudança de cor, associados ao aumento do processo pedogenético de elutriação, como também pela condição natural de saturação por água, permanentemente ou em determinado período do ano. Início do processo de propagação dos Neossolos Quartzarênicos.

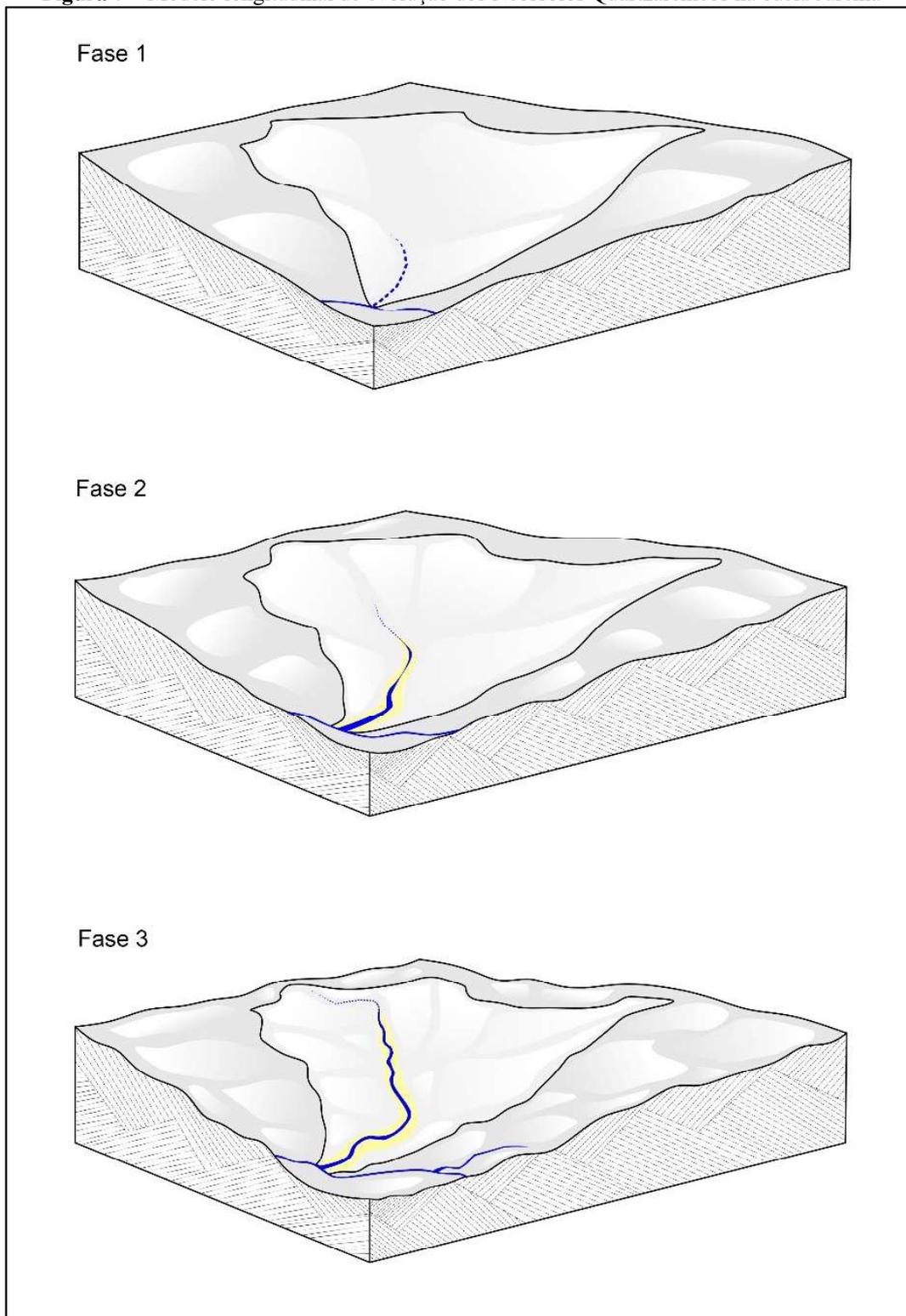
Fase 3: representa o estágio atual da bacia hidrográfica com a configuração do vale formador do córrego Jurema, a partir da instalação de uma drenagem perene na maior parte da bacia. Quanto mais o vale é entalhado, se intensifica o processo de elutriação. Neste cenário os Neossolos Quartzarênicos se propagam da foz do córrego em direção a jusante, sempre a partir do eixo da drenagem. O segmento temporário se restringe a porção superior da bacia, aonde predominam solos com coloração vermelha.

Figura 6 – Modelo de evolução lateral dos solos para a bacia



Fonte: Oliveira, Santos e Calegari (2020).

Figura 7 – Modelo longitudinal de evolução dos Neossolos Quartzarênicos na bacia Jurema



Legenda: Linha azul contínua – drenagem perene; linha azul pontilhada – drenagem temporária; segmento em amarelo que acompanha o canal – Neossolos Quartzarênicos; Textura – Grupo Caiuá.
Fonte: ilustração Renata Cunha (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam que os Neossolos Quartzarênicos representam o produto final da pedogênese em sistemas de transformação pedológica na região Noroeste do Paraná, associados principalmente a processos de elutriação do material fino (argilas e siltes).

O modelo proposto indica que o surgimento e a evolução dos Neossolos Quartzarênicos na bacia do córrego Jurema estão associados a formação do vale do referido córrego. Esse vale concentra e direciona o escoamento das águas pluviais, tornando mais eficaz a retirada do material fino do solo pelo processo de elutriação.

Embora este seja um processo que ocorre naturalmente nos solos da região Noroeste do Paraná, desenvolvidos sobre rochas do Grupo Caiuá, ele se acelera nas áreas cuja vegetação natural foi retirada e substituída por pastagem, tornando esses solos ainda mais suscetíveis ao desenvolvimento de processos erosivos.

Por último, considerando os trabalhos desenvolvidos na região que mensuraram taxas de denudação de bacias hidrográficas, será possível correlacionar a maior presença dos Neossolos Quartzarênicos com as bacias que apresentaram resultados mais elevados da taxa de denudação e assim propor um modelo regional de evolução desses solos.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelos financiamentos concedidos. À equipe do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), responsável pelo Parque Estadual de Amaporã, na pessoa do gerente José Nelson Campana pelo apoio logístico aos trabalhos de campo. À ilustradora Renata Cunha pelo bloco diagrama presente nos resultados.

REFERÊNCIAS

BEAUDOU, A.; CHATELIN, Y.; COLLINET, J.; MARTIN, D.; SALA, G. H. Notes sur la micromorphologie de certains sols ferrallitiques jaunes de régions équatoriales d'Afrique. **Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.**, 15(4), 1977, p. 361-379.

BECKAUSER, M. C.; SILVEIRA, H. Caracterização da cobertura pedológica ao longo de uma topossequência situada no distrito do Sumaré em Paranavaí-PR. **GEOFRONTER**, v. 6, n. 1, 2020.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et pédologie. I Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cah. ORSTOM**, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, 1982a, p.3 09-322.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie. II Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. **Cah. ORSTOM**, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, 1982b, p. 323-339.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie. III. Passage de la phase analytique a une cartographie generale synthetique. **Cah. ORSTOM**, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, 1982c, p. 323-339.

CALEGARI, M. R. **Distribuição da Cobertura Pedológica e o Relevo no Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco - Nova Esperança-PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CASTRO, S. S. **Sistema de Transformação Pedológica em Marília, SP: B latossólico e B textural**. São Paulo (Tese de Doutorado-Geografia /USP), 1989, 274p.

CASTRO, S. S.; HERNANI, L. C. Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. **Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2015.

CHAUVEL, A.; PEDRO, G. Genèse des sols beiges (ferrugineux tropicaux lessivés) par transformation des sols rouges (ferrallitiques) de Casamance (Sénégal). **Cah. Orstom, Sér. Pédol**, v. 16, n. 3, 1978, p. 231-249.

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. Stratigraphical discontinuities, tropical landscape evolution and soil distribution relationships in a case study in SE-Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa: v. 36, n. 3, 2002, p. 673-683.

COUTO, E. V. D.; SANTOS, L. J. C.; SORDI, M. V, BOURLÈS, D.; BRAUCHER, R.; SALGADO, A. A. R.; ASTER Team. Changes of the base levels in the Ivaí and Paraná Rivers confluence zone (Southern Brazil): Denudational reflexes in the evolution of the upstream drainage network. **Zeitschrift für Geomorphologie**, 62(1), 2018, p. 23-40.

CUNHA, J. E.; CASTRO, S. S.; SALOMÃO, FX de T. Comportamento erosivo de um sistema pedológico de Umuarama, noroeste do Estado do Paraná. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 23, n. 4, 1999.

DELHUMEAU, M. Notes de pédologie gabonaise. Les sols ferrallitiques jaunes formés sur le socle granito-gneissique. ORSTOM, **Cahiers, sér. Pédologie**, v. 3, n. 3, 1965, p. 207-222.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Mapa de Solos do Estado do Paraná. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

FAURE, P. Les associations de sols rouges et jaunes au nord-ouest Dahomey. Caractères des sols et des séquences. **Cah. Orstom, Sér. Pédol**, v. 13, n. 2, 1975, p. 119-157.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 3, 1999, p. 164-176.

FERNANDES, L. A.; COUTO, E. V.; SANTOS, L. J. C. Três Morrinhos, Terra Rica, PR Arenitos silicificados de dunas do Deserto Caiuá testemunham nível de superfície de aplainamento K-T. In: WINGE, M. *et al.* (edit./org.). Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, vol. III. Brasília. **Serviço Geológico do Brasil-CPRM**, v. III, 2012, p. 69-87.

FIDALSKI, J. Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região noroeste do Paraná. **Revista Unimar, Maringá**, v. 19, n.3, 1997, p. 845-851.

FUMIYA, M. H.; SANTOS, L. J. C.; MANGUEIRA, C. G.; DO COUTO, E. V. Emprego do índice de concentração da rugosidade na identificação de feições morfológicas associada a

materiais ferruginosos no noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 17(3), 2016.

FUMIYA, M. H.; SANTOS, L. J. C.; RIFFEL, S. B. Morphostratigraphy of ferruginous duricrusts in the northwest of Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 4, 2019.

GASPARETTO, N. V. L.; NÓBREGA, M. T. E.; CARVALHO, A. A reorganização da cobertura pedológica no noroeste do Paraná e as suas relações com o Arenito Caiuá. In: **Encuentro de Geografos de America Latina**, 8. CDRom, Santiago, EGAL. 2001. p. 164 - 169.

GOULART, A.; SANTOS, L. Evolução temporal e espacial das paleovoçorocas presentes no município de Loanda/PR. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 21, 2014, p. 81-86.

LEPSCH, I. F. **19 lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MARTINS, V. M. **Caracterização morfológica e da circulação hídrica dos solos da cabeceira de drenagem do córrego Bom Jesus no município de Cidade Gaúcha-PR**. 2000. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MONIZ, A. C. Evolução dos conceitos no estudo de gênese de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20: 1992, p. 349-302.

MURATORI, A. M. **Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região noroeste do estado do Paraná–Brasil**. 1996. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NAKASHIMA, P. **Cartografia dos Sistemas Pedológicos do Noroeste do Paraná: distribuição e subsídios para o controle da erosão**. São Paulo. Tese de doutorado. FFLCH, USP, 1999.

NOWATZKI, A.; OLIVEIRA, J. G.; HUNG, M. N. W. B.; SANTOS, L. J. C. Emprego da pedometria na identificação e delimitação dos solos localizados na planície fluvial do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ivaí (noroeste do Paraná). **Revista de geografia (Recife)**, v. 35, 2018, p. 145-161.

OLIVEIRA, J. G. **Variação granulométrica em sistemas pedológicos de cabeceira de drenagem no noroeste do estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

OLIVEIRA, J. G.; SANTOS, L. J. C.; CALEGARI, M. R. Relação solo-relevo em sistema pedológico Argissolo-Neossolo Quartzarênico na região noroeste do estado do Paraná: caso de Amaporã. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, 2020, p. 661-675.

SANTOS, L. J. C.; DE CASTRO, S. S. Lamelas (bandas onduladas) em Argissolo Vermelho-Amarelo como indicadores da evolução do relevo: o caso das colinas médias do platô de Bauru (SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 1, 2006.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de geomorfologia**, 7(2), 2006.

SANTOS, R. D., LEMOS, R. D., SANTOS, H. D., KER, J. C., ANJOS, L. D., & SHIMIZU, S. H. (2010). Manual de descrição e coleta de solo no campo.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa Solos. 2017.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO S. S.; COOPER, M. Pedogênese em uma sequência Latossolo- Podzólico na borda de um platô na Depressão Periférica Paulista. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23: 1999, p. 909-921.

ZAPAROLI, F. C. M.; GASPARETTO, N. V. L. Distribuição de solos e sua relação com o relevo em uma vertente no município de Florai-PR. **Boletim de Geografia**, v.28, 2010, p. 49-63. DOI: 10.4025/bolgeogr.v28i2.