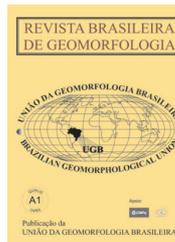


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 21, nº 3 (2020)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1786>



RELAÇÃO SOLO-RELEVO EM SISTEMA PEDOLÓGICO ARGISSOLO-NEOSSOLO QUARTZARÊNICO NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ: CASO DE AMAPORÃ

SOIL-RELIEF RELATION IN ALISOL-ARENOSOL PEDOLOGICAL SYSTEM IN THE NORTHEAST REGION OF THE STATE OF PARANÁ: CASE OF AMAPORÃ

José Guilherme de Oliveira

*Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná
Rua Coronel Francisco dos Santos 100, Curitiba, Paraná. CEP: 81531-980. Brasil
<http://orcid.org/0000-0002-7504-2913>
E-mail: joseguilhermegeo@gmail.com*

Leonardo José Cordeiro Santos

*Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná
Rua Coronel Francisco dos Santos 100, Curitiba, Paraná. CEP: 81531-980. Brasil
<http://orcid.org/0000-0003-1165-6382>
E-mail: santos.ufpr@gmail.br*

Márcia Regina Calegari

*Colegiado de Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, Paraná. CEP 85960-000. Brasil
<http://orcid.org/0000-0002-2146-7748>
E-mail: marciareg_calegari@hotmail.com*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
30/12/2019
Aceito (Accepted):
11/04/2020

Palavras-chave:

Relação solo-relevo; Variação Granulométrica; Neossolo Quartzarênico.

Keywords:

Soil-Relief Relation; Particle Size Variation; Arenosol.

Resumo:

A gênese dos solos está ligada a fatores presentes na paisagem, a variação nas suas características morfológicas está relacionada diretamente a diferentes processos de formação. O relevo é um dos condicionantes da pedogênese, remontando a ideia de que sua diversidade de formas influencia na formação e configuração espacial dos solos. No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) os solos de textura arenosa possuem uma subordem que os engloba, sendo classificados como Neossolos em nível de ordem e Quartzarênicos (RQ) em nível de subordem. Os RQ representam cerca de 8 % do território nacional e estão distribuídos praticamente em todos os estados do Brasil, sua ocorrência é associada principalmente ao substrato geológico, como no caso do noroeste do Paraná, onde são desenvolvidos a partir dos arenitos do grupo Caiuá, onde é recorrente a existência de solos com textura arenosa localizados em fundos de vale. Desta forma, o presente artigo teve como objetivo descrever e ilustrar a arquitetura dos horizontes bem como a variação granulométrica do solo ao longo de duas toposequências, localizadas no município de Amaporã, noroeste do Paraná. Foi utilizado o método da

Análise Estrutural da Cobertura Pedológica aplicado em duas topossequências (T1 e T2), o que permitiu verificar a distribuição lateral dos solos do topo até o fundo do vale por meio de sondagens realizadas a trado manual até 120 cm de profundidade. Para cada sondagem foram coletadas amostras nas profundidades de 0-5, 20, 50, 90 e 120 cm que posteriormente foram analisadas quanto a sua granulometria. As topossequências estudadas apresentam um sistema pedológico composto de duas classes de solo: Argissolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos. Os Argissolos ocupam toda a porção superior e média das vertentes enquanto os Neossolos Quartzarênicos ocupam os fundos de vales. As variações granulométricas indicaram que ocorre um decréscimo das frações de menor dimensão, principalmente argila, à medida que o vale vai se instalando. Ocorre também uma transição gradativa na cor dos solos que passa de vermelho nas porções de montante para amarelos e esbranquiçados nas proximidades do vale. O sistema pedológico Argissolo Vermelho - Neossolo Quartzarênico foi interpretado como estágio final da evolução pedogenética para a região de estudo, produto dos processos de eluviação em subsuperfície, que exportam todo o material de granulometria fina e promovem uma consequente acumulação relativa de areia aos fundos de vale.

Abstract:

The genesis of soils is related to landscape factors, the variation in our morphological characteristics is directly linked to different formation processes. Relief is a pedogenesis conditioning factor, dating back to the idea that diversity of forms influences the formation and spatial configuration of soils. In the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS), sandy-textured soils have a suborder that encompasses them, being classified as Neossolos order level and Quartzarênicos (RQ) suborder level. The RQs represent about 8% of the national territory and are distributed practically in all states of Brazil, their occurrence is mainly associated with the geological substrate, as in the case of northwestern Paraná, the Caiuá group sand stones, recurring the existence of sandy soils located in valley bottoms. Thus, this paper aims to describe and illustrate the architecture of the horizons as well as the granulometry variation of the soil along two topossequences, located in Amaporã, northwestern Paraná. The Pedological Coverage Structural Analysis method was applied through two topossequences (T1 and T2), which allowed to verify the lateral distribution of the soils from the top to the valley through hand auger explorations at a depth of 120 cm. For each sample exploration were collected at depths of 0-5, 20, 50, 90 and 120 cm that were later analyzed for their particle size. The studied topossequences present a pedological system composed of two soil classes Alissols and Arenosols. Alissols occupy the entire upper and middle portion of the slopes while Arenosols occupy the valleys. The particle size variations indicated that there is a decrease in the smaller fractions, mainly clay, as the valley settles down. There is also a gradual transition in the color of the soil from red in the upstream to yellow and whitish portions near the valley. The Alisol - Arenosol Pedological System was interpreted as the final stage of the pedogenetic evolution for the study region, a product of subsurface eluviation processes, which export all fine-grained material and promote a consequent relative accumulation of sand to the valley bottoms.

Introdução

O solo se desenvolve pela influência e inter-relação de processos de naturezas distintas (química, física e biológica) e sua gênese está ligada a fatores de formação presentes na natureza, como clima, relevo, material de origem, atividade biológica e o tempo (JENNY, 1941). Em diversas escalas o relevo em sua heterogeneidade de formas e processos influencia na formação e configuração espacial dos solos na paisagem (SANTOS., 2009), interferindo na distribuição dos tipos de solos em diferentes posições da vertente, e remonta à ideia de que os processos de formação são diferentes para cada segmento de uma vertente (VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005).

Ao se analisar um perfil de solo é possível visualizar diversas propriedades morfológicas que permitem distinguir e classificar os diferentes tipos de solos. Ao longo de uma vertente são observadas mudanças na textura dos solos, vertical e lateralmente. Em um perfil de solo os horizontes podem apresentar mudanças texturais abruptas, que podem ser pedogenéticas ou devido a descontinuidades litológicas. A mudança textural abrupta é inclusive um dos atributos diagnósticos para classificação no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Lateralmente, são comuns mudanças texturais no solo, um exemplo é quando em diferentes setores das vertentes são encontrados horizontes com concentração

de argila, definidos como o horizonte Bt, geralmente associados a rupturas de declive no relevo (VIDAL-TORRADO *et al.*, 1999; SANTOS e CASTRO, 2006; CUNHA *et al.*, 2016). De outra forma, é comum a relação feita entre fundos de vale ou cabeceiras de drenagem e solos com a predominância de frações grossas de partículas.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) o agrupamento textural é utilizado para diferenciar todas as classes de solos no 5º nível categórico, a exceção dos Neossolos Quartzarênicos (RQ), cuja textura é utilizada no 2º nível categórico (EMBRAPA, 2018). Estes solos apresentam textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. Eles têm sua ocorrência associada, por vezes, à formação geológica que define o material de origem do solo, como em casos nos estados de São Paulo e Paraná, onde afloram os arenitos dos Grupos Botucatu, Bauru e Caiuá, respectivamente (SPERA *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 2011).

Os solos arenosos constituem 8% do território nacional (DONAGEMMA *et al.*, 2016) e agrupam aqueles que possuem, até a profundidade de 75 cm, distribuição de frações granulométricas nas classes texturais areia e areia franca e/ou franco-arenosa. Este grupo abrange principalmente solos nas ordens dos Neossolos Quartzarênicos, dos Latossolos e Argissolos e de seus intermediários (DONAGEMMA *op.cit.*).

OS RQs são encontrados em todos os estados, normalmente associada a relevo plano ou suave ondulado (EMBRAPA, 2018). O Cerrado é o Bioma que apresenta maior expressividade dessa classe, com 15% da sua área (SPERA *et al.*, 1999; FREITAS, 2013; DONAGEMMA *op.cit.*). Em ambientes costeiros estes solos também são comuns, como observado por Coelho *et al.* (2010). Ainda, são encontrados em regiões de relevo plano, sob diferentes condições climáticas, como no Pantanal (MOURA *et al.*, 2017), Amazônia (FREITAS, 2013) e no semiárido nordestino (LINDOSO *et al.*, 2009; MENDES, 2012).

Os Neossolos Quartzarênicos apresentam sequência de horizontes A-C, sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm de profundidade. Quando mais profundo, deve apresentar textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. São compostos predominantemente de quartzo, com baixos teores de minerais alteráveis, baixa fertilidade natural, estrutura

pouco agregada, geralmente de grãos simples, o que propicia ainda a esses solos uma elevada suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando associadas ao uso sem a aplicação de práticas de conservação (EMBRAPA, 2018).

Quando observado sob a ótica do relevo pode-se considerar que a ocorrência de processo erosivo nesses solos não é alta, porém, devido à textura ser essencialmente arenosa há ainda risco de erosão (ALMEIDA; ZARONI; SANTOS, 2013). Ainda segundo esses autores, por serem profundos, não existe limitação física para o desenvolvimento radicular em profundidade, mas a presença de caráter álico ou do caráter distrófico limita o desenvolvimento radicular em profundidade, agravado devido à reduzida quantidade de água disponível (textura essencialmente arenosa).

Na região noroeste do estado do Paraná, os RQs são encontrados nos segmentos de fundo de vale (Figura 1a) (CURCIO, 2017), frequentemente associados ao desenvolvimento de processos erosivos (Figura 1b). O Grupo Caiuá é subdividido em três formações: Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, características de ambientes desérticos, distinguidas por seus ambientes de acumulação “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).

De modo geral os solos na região noroeste do Paraná são predominantemente de textura média ou arenosa, pertencentes à classe dos Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos (Regolíticos e Quartzarênicos). Apresentam baixa fertilidade natural e, quando comparados aos demais solos do Estado, são muito friáveis e altamente suscetíveis aos processos erosivos, principalmente quando desprovidos de cobertura vegetal (SANTOS *et al.*, 2007).

Embora a presença dos RQs na paisagem tenha sido citada em outros estudos desenvolvidos na região noroeste (por exemplo, CUNHA *et al.*, 1999; NAKASHIMA, 1999; CALEGARI, 2000; MARTINS, 2000), poucos destes foram dedicados a explicar sua gênese de maneira detalhada e sistemática. Neste sentido, as hipóteses relativas à gênese e evolução destes solos associou a sua formação ao espessamento do horizonte eluvial dos Argissolos e o seu enquadramento no SiBCS como Neossolo Quartzarênico (GASPARETTO *et al.*, 2001) e há aqueles que compreendem que esses solos se originam a partir de depósitos colúviais (MURATORI, 1996).

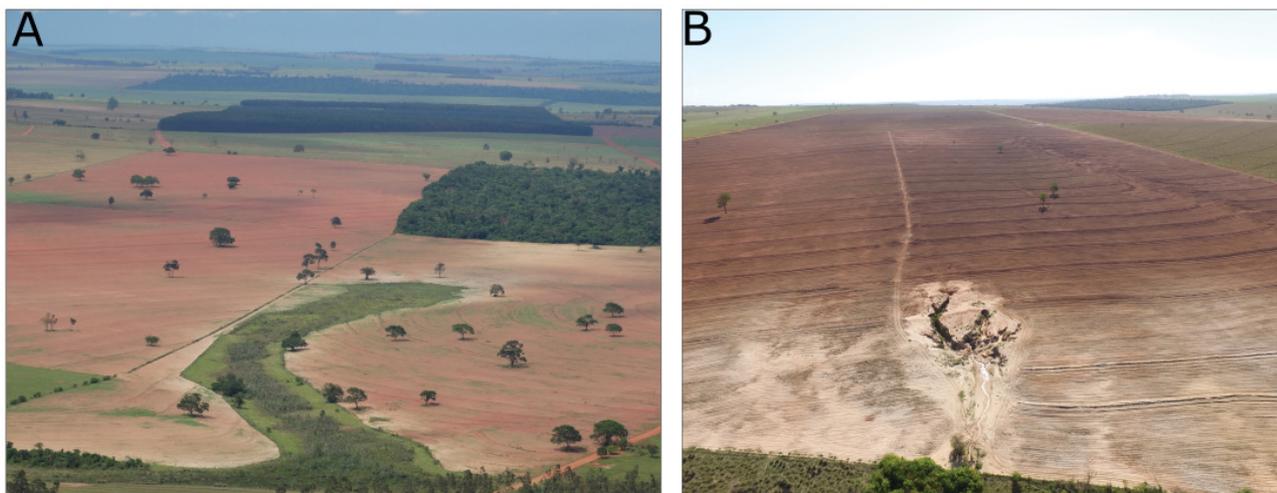


Figura 1a – Neossolos Quartzarênicos em fundo de vale – Foto obtida a partir do topo dos Três Morrinhos (Terra Rica – PR); 1b – Erosão em Neossolo Quartzarênico – Foto obtida através de VANT (Terra Rica – PR). Fonte: O autor (2018).

Visto que há, em ambas as linhas de pensamento, uma relação entre a posição da vertente e a variação textural do solo, o presente trabalho foi elaborado tendo como intuito analisar a relação entre o relevo e a distribuição granulométrica vertical e lateral do solo. Para isso, a análise estrutural da cobertura pedológica foi utilizada para obter a arquitetura dos horizontes ao longo de duas topossequências.

Nesta perspectiva o trabalho parte do conceito de cobertura pedológica, que é entendida como um sistema estrutural inserido na paisagem, com transformações progressivas em suas organizações, tanto em sentido vertical (perfil) como horizontal (vertente) (QUEIROZ-NETO, 1987; QUEIROZ-NETO, 2011). Os trabalhos que partem desse conceito buscam entender o solo por meio de sistemas de transformação, onde ao longo de vertentes a cobertura pedológica inicial é frequentemente transformada ao longo do tempo (BOULET, 1988).

Desta forma, busca-se no presente trabalho compreender as relações entre a variação granulométrica do solo e a topografia, a partir da observação em um sistema pedológico Argissolo Vermelho-Neossolo Quartzarênico, para assim, avançar no entendimento da gênese e evolução dos RQs na região.

Localização e Caracterização da Área do Estudo

A área do estudo situa-se em uma sub-bacia hidrográfica que tem como canal principal o córrego Jurema e abrange uma área de 13 km². Essa sub-bacia

faz parte da bacia hidrográfica do rio Ivaí, e se localiza no município de Amaporã, na Mesorregião Noroeste Paranaense e na Microrregião de Paranaíba (Figura 2).

A sub-bacia do córrego Jurema reúne adequadas condições para estudo dos Neossolos Quartzarênicos em cabeceiras de drenagem, tendo em vista que ela é uma sub-bacia de primeira ordem, com um segmento permanente e outro temporário, permitindo o acesso e a identificação dos solos de fundo de vale, desde a cabeceira de drenagem até o início do canal permanente, como também ao longo dos seus limites laterais até os divisores de água.

A área está inserida na bacia sedimentar do Paraná, unidade morfoescultural do terceiro planalto paranaense, sub unidade morfoescultural do Planalto de Paranaíba (SANTOS *et al.*, 2006). O relevo regional é em geral uniforme e monótono, com a existência de planaltos, inclinados em direção ao vale do rio Paraná - com altitudes variando de 600 metros nas proximidades do contato com a formação Serra Geral até 300 metros junto das margens dos rios Paranapanema e Paraná (FUMIYA *et al.*, 2016). Localmente, o relevo é suave ondulado, com declividades que variam de 0 a 8 % e a altitude de 280 a 440 m. Os topos são aplainados, com vertentes predominantemente convexas e vales em V aberto (SANTOS *et al.*, 2006).

A distribuição dos solos está relacionada principalmente ao tipo de modelado de relevo (formas e declividade das vertentes) (NAKASHIMA, 1999), à circulação interna da água e ao padrão de drenagem.

Na região são encontradas as seguintes classes de solos: Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos, Gleissolos Háplicos, Nitossolos Vermelhos, Organossolos Háplicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Regolíticos e Quartzarênicos (BHERING; SANTOS, 2008).

Segundo a classificação climática de Köppen, a região noroeste possui clima Cfa (clima temperado úmido com verão quente). Os valores anuais de chuva variam em média entre 1250 e 1800 mm com concentrações maiores nos meses de verão, em que os valores oscilam entre 450 e 530 mm. As temperaturas médias anuais estão entre 18 e 25 °C.

Na região noroeste do Paraná predomina a Floresta Estacional Semidecidual, com algumas manchas localizadas de Savana Arborizada (cerrado). A Floresta Estacional Semidecidual engloba formações vegetais que possuem como característica importante a semi-decidualidade. Regionalmente existem diferenciações nas formações de Floresta Estacional Semidecidual existentes. A formação submontana é a que possui uma maior expressão de área, com trechos de formação Aluvial as margens do rio Ivaí e de Várzea as margens do rio Paraná e ainda algumas porções de formação montana na transição com o basalto (RODERJAN *et al.*, 2002).

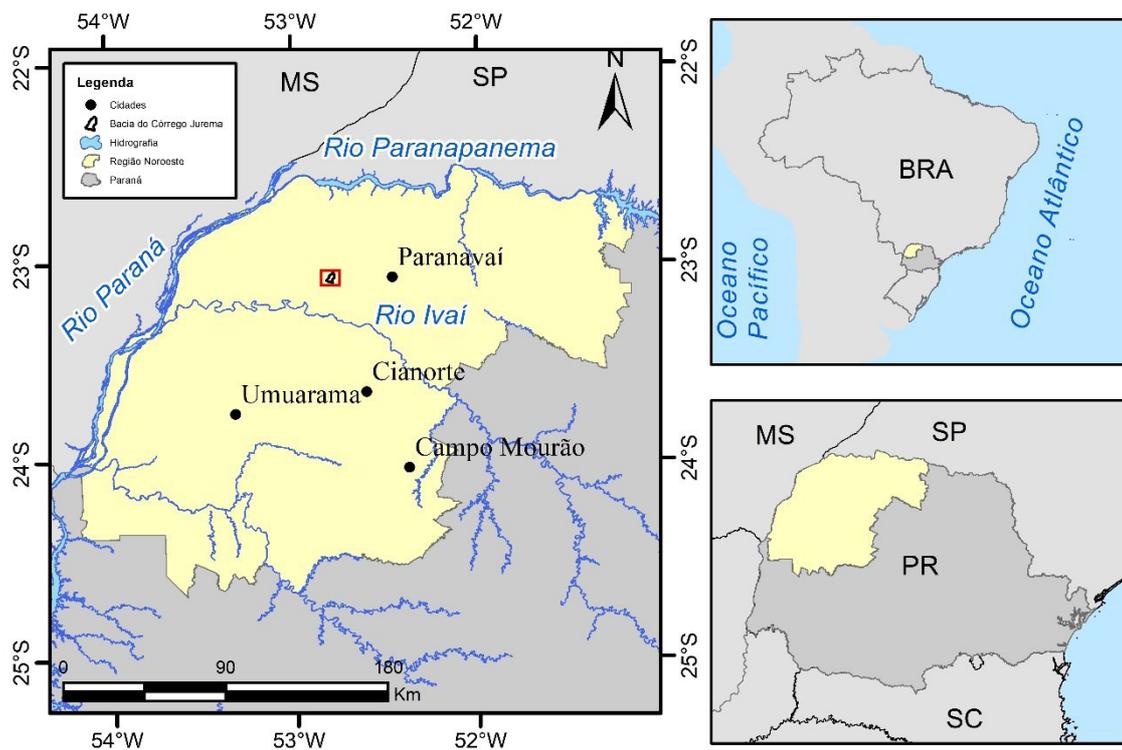


Figura 2 - Localização da região noroeste do Paraná e da área de estudos.

A vegetação nativa existente no estado do Paraná passou por um intenso processo de transformação, desaparecendo a cobertura original e sendo substituída por campos e pastagens para atividades agropecuárias. Atualmente, os remanescentes florestais da região estão condicionados a algumas unidades de conservação e a várzea do Rio Paraná (RODERJAN *op.cit.*; KOHLHEPP, 2014).

Desde o início da ocupação da região, os principais problemas ambientais são relacionados às erosões lineares, que atingem rotineiramente os núcleos urbanos. As erosões são associadas principalmente a dois fatores: os solos com textura arenosa e o processo de ocupação

e remoção da cobertura natural do solo (KUROWSKI, 1962; SANTOS *et al.*, 2007; KOHLHEPP, *op.cit.*).

Materiais e Método

A análise estrutural da cobertura pedológica foi empregada como o levantamento de dados sobre a distribuição (arranjo lateral e vertical) dos solos na paisagem, conforme Boulet *et al.* (1982a, b). Esse procedimento permite a coleta sistemática de amostras ao longo de uma vertente e a observação de descontinuidades de camadas ou horizontes do solo.

As coletas em campo foram realizadas de acordo com o pressuposto metodológico contido em Boulet *et al.* (1982, a, b). As sondagens a trado manual possibilitaram cartografar a distribuição bidimensional dos horizontes pedológicos e suas transições verticais e laterais. A descrição das amostras por horizonte dos solos foi realizada segundo Santos *et al.* (2010) e a classificação conforme EMBRAPA (2018).

Para o desenho da morfologia das vertentes estu-

dadas, foi realizado um levantamento topográfico com clinômetro (CUNHA *et al.*, 2011), entre dois divisores de água que convergem para um vale comum.

Foram realizadas 13 sondagens na topossequência 1 e 14 na topossequência 2 (Figura 3), com coletas em 5 profundidades previamente definidas (5, 20, 50, 90 e 120 cm) até 120 cm de profundidade. Estas profundidades foram selecionadas pois nelas foram verificadas as principais mudanças nos horizontes pedológicos em estudos realizados na região.

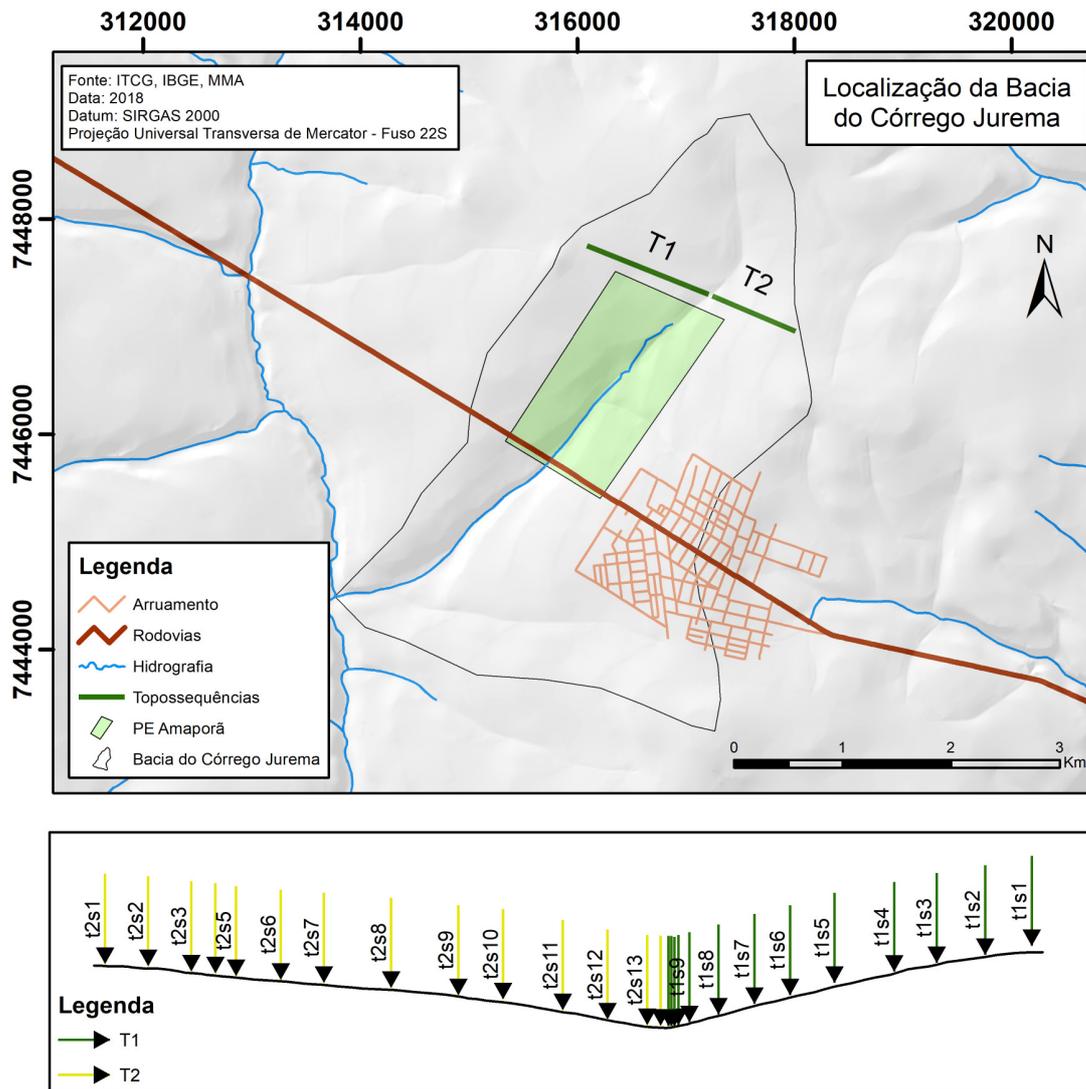


Figura 3 - Disposição das topossequências 1 e 2 na bacia de 1ª ordem e localização das sondagens

Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, conforme (TEIXEIRA *et al.*, 2017). As análises foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia e Petrologia Sedimentar da UFPR (LABESED),

vinculado ao Departamento de Geologia. As amostras foram discretizadas em 3 frações: silte, argila e areia.

Para a representação gráfica contínua dos dados granulométricos, o levantamento topográfico de campo contendo os pontos de sondagem foi plotado em

ambiente SIG. Foram realizados testes com diversos interpoladores (vizinho natural; kriging; spline; IDW). O interpolador selecionado foi o vizinho natural, pois se apresenta como um interpolador simples e que não “inventa” valores novos.

Resultados e Discussões

O vale formado pelas duas vertentes estudadas (Topossequência 1 e 2) apresenta forma de V aberto. As vertentes são convexas suaves (0 a 4% de declividade nos topos e entre 4 e 8% na média vertente) e não apresentam rupturas de declives significativas. O fundo do vale apresenta uma sutil concavidade que tem favorecido a concentração do escoamento superficial e permanência do lençol freático próximo a superfície. Não foi observado afloramento da rocha subjacente.

A Topossequência T1 se inicia a 424 m de altitude e possui sentido SE-NW. Localiza-se na margem esquerda do vale do córrego Jurema. Possui extensão de 878 m e variação altimétrica de 40 m, do topo até a última sondagem, localizada a 384 m de altitude, no fundo do vale. A declividade média é de 5 % e a máxima de 11%.

A Topossequência T2 tem seu início a 414 m de altitude no topo da vertente e se estende em sentido NW-SE. Está situada na margem direita do vale do córrego Jurema, possui extensão de 1520 m e uma variação altimétrica de 32 m até a última sondagem realizada no fundo do vale. A declividade média é de 4 % e a máxima de 7 %.

Horizonte Pedogenéticos

Os horizontes pedológicos (Figura 4) observados ao longo das duas topossequências são:

Horizonte Ap: trata-se de um horizonte superficial que ocorre ao longo das vertentes, à exceção do segmento de topo (entre as sondagens 3 e 5 da T1), onde foi decapitado devido ao uso atual da terra, cultivo da cana de açúcar. Este uso na área de estudo exige a construção de terraços visando reduzir o volume e a velocidade da água de enxurrada, por meio da diminuição do comprimento das rampas. Esse horizonte apresenta espessura entre 15 e 30 cm; coloração vermelho escuro acinzentado (2,5 YR 2,5/3 ou 2,5 YR 3/3); textura arenosa e consistência fraca. Verticalmente passa de forma difusa para os horizontes subjacente Bt (terço superior e médio da vertente) e C (no fundo do vale). No fundo do vale,

devido aos sedimentos transportados de montante, tanto das vertentes como do vale, o horizonte Ap encontra-se soterrado por um material arenoso caracterizado por areia solta, fina e esbranquiçada.

Horizonte Bt: ocorre sob o horizonte Ap, restrito à média-baixa vertente, quando desaparece em corte enviesado em forma de bissel sobre o horizonte C (transição clara); espessura de aproximadamente 105 cm; cor vermelho-escuro ou vermelho (2,5 YR 3/6 ou 2,5 YR 4/6); textura franco arenosa, consistência fraca e transiciona lateralmente de forma difusa. Algumas sondagens pontuais realizadas ao longo das duas topossequências confirmaram não haver diferenças morfológicas até a profundidade de 150 cm.

Horizonte C: encontrado no terço inferior das vertentes, ou seja, no fundo do vale, sob o horizonte Ap, apresenta espessura de 90 cm (até onde a sondagem foi em profundidade); cor vermelho-amarelado (5 YR 3/4 e 4/6), textura arenosa; consistência fraca. No fundo de vale (a partir da sondagem 9 na T1 e 12 na T2), foi encontrada água livre, tornando o solo saturado (condição de hidromorfismo).

O sistema pedológico identificado em ambas as topossequências é composto por Argissolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos. Os Argissolos ocupam todo o segmento de topo e de média vertente, enquanto que os Neossolos Quartzarênicos ocupam os fundos de vales. Esse sistema ocorre com maior frequência ao sul do rio Ivaí (margem esquerda) onde a paisagem encontra-se mais dissecada, fruto de uma taxa de denudação mais elevada (média de $10,9 \pm 2,7 \text{ m Ma}^{-1}$) e conseqüentemente se desenvolvem os sistemas pedológicos em estado mais avançado de evolução (COUTO *et al.*, 2018).

A área de estudo é semelhante ao compartimento SPII descrito como colinas amplas com topos convexos e de baixa declividade com a presença de um sistema Latossolo-Argissolo-Gleissolo, porém, localmente, devido a uma maior densidade de drenagem e conseqüente dissecação do relevo, é possível visualizar sistemas Argissolo-Neossolo Quartzarênico (NAKASHIMA, 1999).

Em outros estudos realizados na região esses mesmos sistemas foram identificados e relacionados a frentes de transformação lateral e os Neossolos Quartzarênico interpretados como resultado desse processo de transformação lateral (CUNHA, 1999; GASPARETTO 1999; CALEGARI, 2000; MARTINS 2000; GASPARRETTO *et al.*, 2001).

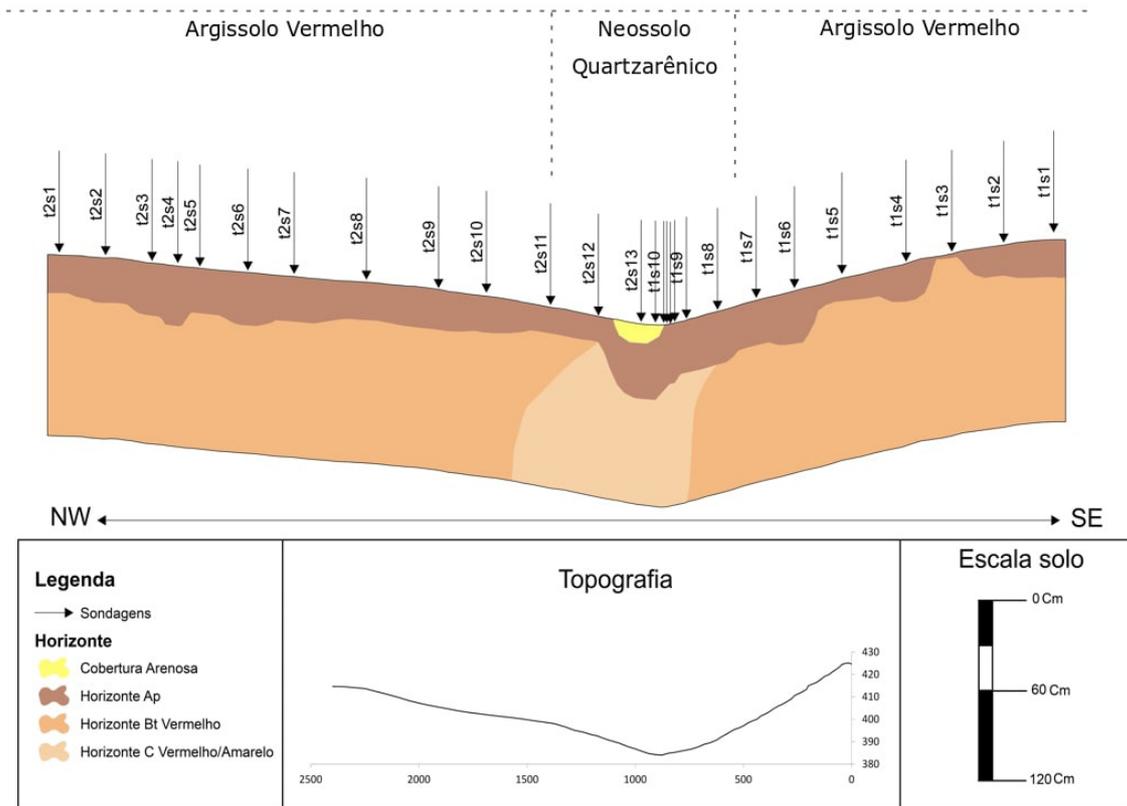


Figura 4 - Representação dos sistemas pedológicos nas toposequências 1 e 2

Distribuição Granulométrica dos Horizontes Pedológicos e Sistema Pedológico

A caracterização granulométrica das toposequências é apresentada na Tabela 1 e a distribuição lateral da argila e da areia nas Figuras 5 e 6 respectivamente.

A análise dos resultados da granulometria revelou aumento de argila em subsuperfície, com os maiores valores (próximos a 18%) observados nas amostras localizadas na média vertente a partir de 50 cm de profundidade.

Com exceção das amostras situadas nos primeiros 30 cm de profundidade, foi verificado baixo teor da fração silte com percentuais em geral inferiores a 6%.

Elevados teores de areia foram constatados em praticamente todas as amostras de superfície (amostras de 5 a 50 cm), com valores iguais ou superiores a 85%. Porém, no vale esses percentuais ganham expressão também em profundidade (amostras 90 e 120 cm).

Próximo aos divisores de águas, a porcentagem de areia é cerca de 91 % em superfície e 82% em

subsuperfície (amostras a 50, 90 e 120 cm). No fundo de vale, com a profundidade (amostras 90 e 120 cm) destaca-se um aumento gradativo da fração areia ao longo das toposequências, possível de ser visualizado através da curva de isovalor 88% (Figura 6).

Lateralmente ao longo das vertentes foram observadas duas tendências: a) concentração de argila em subsuperfície (Figura 5), iniciando próximo ao interflúvio na T1 e já na média encosta na T2, evidenciada através do limite das curvas de isovalor a partir da curva 11%; b) diminuição em profundidade nos teores de argila no fundo de vale. O formato das curvas de isovalor de areia no fundo de vale indica que esse setor das vertentes condiciona um aumento da fração arenosa.

De um modo geral esse padrão de distribuição granulométrica foi encontrado em outros estudos desenvolvidos na região Noroeste, onde o sistema pedológico com presença de Neossolos Quartzarênicos em fundo de vale foi descrito (CUNHA *et al.*, 1999; FIDALSKI *et al.*, 2013; GASPARETTO *et al.*, 2001).

Tabela 1: Granulometria das amostras (% por fração, sondagens na seqüência topo-fundo de vale)

T1	5 cm			20 cm			50 cm			90 cm			120 cm		
	Argila	Silte	Areia												
S1	0,64	5,91	93,45	1,92	6,48	91,60	6,08	6,24	87,68	11,49	8,22	80,29	7,76	6,62	85,61
S2	0,16	7,96	91,88	3,19	7,14	89,67	12,63	2,21	85,16	12,29	0,50	87,21	14,53	9,81	75,66
S3	8,95	8,23	82,82	10,50	6,71	82,79	13,30	3,72	82,98	16,36	2,24	81,39	15,66	1,70	82,64
S4	2,84	7,80	89,36	2,26	8,69	89,04	10,34	4,36	85,30	16,33	2,54	81,13	16,87	3,02	80,11
S5	5,18	5,17	89,65	9,43	3,28	87,28	14,42	4,40	81,18	11,55	5,75	82,70	15,16	2,44	82,39
S6	0,87	6,58	92,55	1,09	4,95	93,96	11,12	4,23	84,65	17,31	2,80	79,89	17,84	2,95	79,21
S7	1,49	7,21	91,30	1,18	7,63	91,19	10,62	4,06	85,33	12,99	2,29	84,71	13,28	2,46	84,26
S8	0,44	8,44	91,12	0,10	6,80	93,10	9,30	4,93	85,77	14,48	2,91	82,61	14,31	2,72	82,98
S9	2,70	4,08	93,22	1,98	5,15	92,87	9,27	2,17	88,55	11,34	1,41	87,25	11,59	1,69	86,72
S11	5,66	4,53	89,81	3,19	5,15	91,66	4,84	3,01	92,15	11,84	0,64	87,52	8,98	1,50	89,52
S12	0,39	4,58	95,03	0,72	4,95	94,33	4,89	2,85	92,27	3,58	5,87	90,56	9,98	1,19	88,84
S13	1,38	4,15	94,47	1,51	4,22	94,26	4,60	2,95	92,45	9,63	1,30	89,07	9,21	1,38	89,41
S10	2,08	0,59	97,33	0,02	2,89	97,09	7,67	2,05	90,28	10,47	1,66	87,87	12,08	0,76	87,16
T2	5 cm			20 cm			50 cm			90 cm			120 cm		
	Argila	Silte	Areia												
S1	1,84	5,43	92,73	0,01	6,01	93,98	14,27	1,65	84,08	9,37	3,32	87,31	10,19	2,86	86,95
S2	3,30	4,82	91,88	2,14	5,31	92,55	6,89	3,88	89,23	9,62	4,27	86,11	11,65	2,03	86,32
S3	1,95	6,32	91,73	3,53	6,08	90,38	11,88	2,19	85,93	15,52	1,75	82,73	15,23	2,16	82,61
S4	1,28	6,67	92,05	3,43	6,81	89,76	9,19	2,72	88,09	13,98	2,29	83,74	14,82	1,56	83,62
S5	1,22	6,00	92,78	3,84	5,49	90,68	10,37	2,75	86,89	13,02	1,72	85,26	15,37	0,36	84,27
S6	0,11	6,65	93,24	3,03	4,91	92,06	9,21	2,03	88,76	12,38	3,88	83,74	12,36	4,02	83,62
S7	1,88	5,92	92,20	1,53	6,18	92,29	10,08	3,09	86,84	14,96	2,44	82,61	14,50	1,33	84,17
S8	2,74	8,76	88,50	3,76	7,86	88,39	14,99	4,32	80,69	16,02	2,31	81,67	16,85	2,24	80,91
S9	1,16	8,87	89,97	1,37	7,91	90,72	11,28	3,83	84,90	16,74	2,57	80,69	17,32	2,43	80,25
S10	5,31	9,13	85,56	5,07	9,30	85,64	16,07	2,82	81,11	17,62	2,52	79,85	17,52	1,86	80,62
S11	7,82	4,61	87,57	5,65	8,22	86,13	15,63	1,66	82,71	15,73	1,95	82,32	14,81	1,63	83,56
S12	0,37	6,14	93,49	0,82	7,73	91,46	9,79	3,00	87,21	10,02	2,00	87,98	11,81	1,46	86,73
S13	6,68	2,44	90,88	7,26	2,39	90,34	8,82	1,58	89,61	10,86	1,32	87,82	11,43	1,45	87,12
S14	1,12	3,78	95,10	6,78	0,21	93,01	6,78	2,51	90,71	9,05	1,90	89,05	10,80	1,49	87,71

Legenda

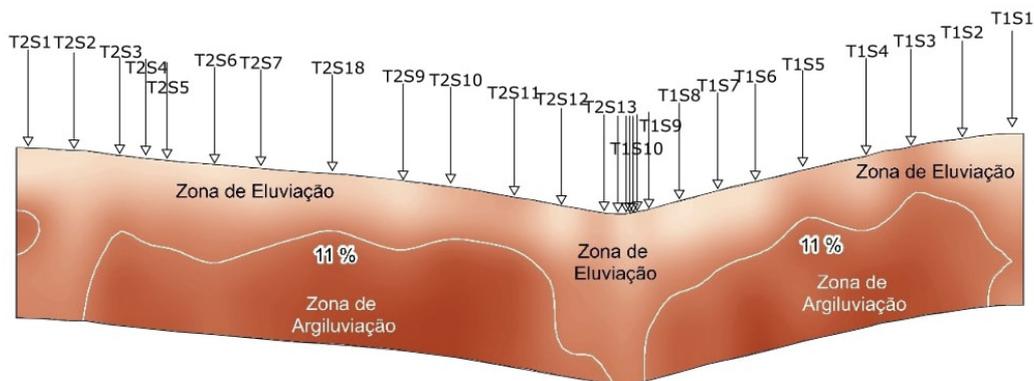


Figura 5 - Variação vertical e lateral de argila ao longo das toposequências

Desta forma foi possível identificar duas frentes de transformação lateral distintas em ambas topossequências: a) zona de argiluviação e b) zona de eluviação.

a) A zona de argiluviação, situada na média vertente, é marcada pelo aumento do teor de argila em detrimento do teor da fração areia.

b) A zona de eluviação ocorre com a água atuando como principal agente de modificação, levando todas as partículas finas e formando assim um horizonte onde

há acúmulo relativo de areia e consequente desenvolvimento dos Neossolos Quartzarênicos em setores de cabeceira de drenagem.

Ainda, é possível identificar que em superfície, sobretudo no horizonte Ap existe uma terceira frente, continua ao longo das vertentes, caracterizada pela remoção dos finos pela ação do escoamento superficial, processo denominado de elutriação.

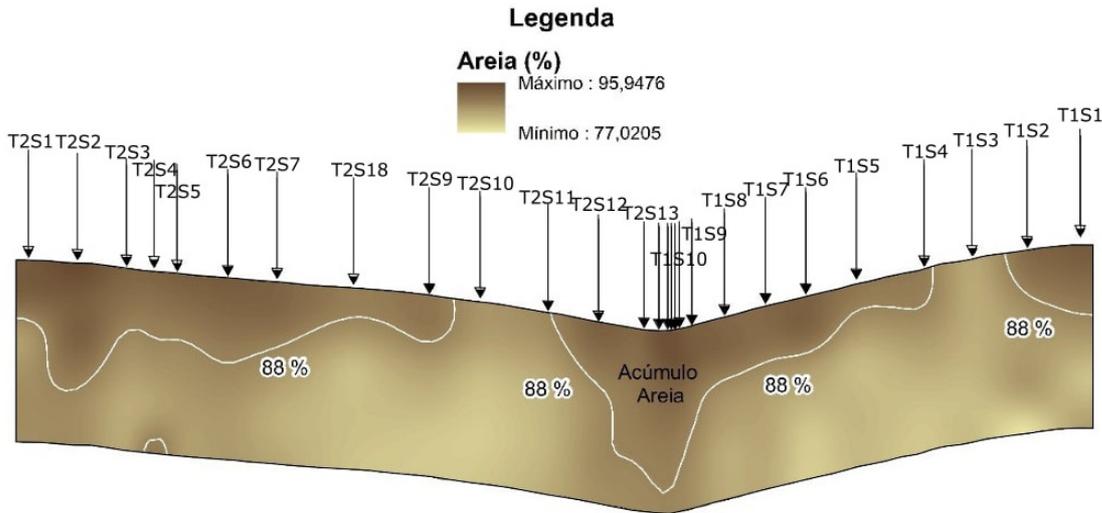


Figura 6 - Variação vertical e lateral de areia ao longo das topossequências

Essas características de distribuição da granulometria no solo têm sido relatadas em vários trabalhos realizadas na região, ainda que neles não tenham sido elaboradas curvas de distribuição da granulometria no solo (CUNHA *et al.*, 1999; NAKASHIMA, 1999; CALEGARI, 2000; GASPARETTO *et al.*, 2001; ZAPAROLI; GASPARETTO, 2010).

A arquitetura dos horizontes bem como a heterogeneidade das frações granulométricas revela um sistema de transformação do Argissolo de montante para um Neossolo Quartzarênico a jusante, comandado por uma frente de alteração que atua na destruição da base do Bt no setor de fundo de vale, dando origem a uma cobertura arenosa, por meio de processos como a lixiviação e lessivagem, favorecidos pela posição topográfica e declividade do local (CALEGARI, 2000).

Gasparetto (1999) destaca que a dinâmica dos fluxos hídricos no sopé de vertentes, onde os Neossolos Quartzarênicos são encontrados tende a ser modificada em decorrência do nível de base local. Essas mudanças

tanto podem ocorrer em razão de mudanças climáticas, como de eventos tectônico, ou por causa de modificações nas condições hidrológicas de superfície, ou mesmo em decorrência de faciologia apresentada pelo arenito subjacente.

A área de atuação da frente de alteração, fica claramente marcada nas figuras 5 e 6, onde se observa a maior concentração de areia no fundo do vale. A disposição dos horizontes acompanhando a forma do relevo (Figura 4), corroborando com a hipótese de que existe uma evolução simultânea da pedogênese e da morfogênese.

Evolução dos Sistemas Pedológicos

A partir dos dados coletados foi elaborado um modelo evolutivo dos solos (Figura 7). O modelo abarca as características atuais das vertentes estudadas por meio das topossequências. Apresenta os horizontes A, Ap, Bt, Bw e C, e foi concebido a partir dos resultados

alcançados neste trabalho e de outros estudos realizados na região (*op. cit.*) e propõe 4 estágios de evolução morfopedológica nesta bacia de 1ª ordem, podendo ser extrapolado para outras bacias com características semelhantes.

Estágio 1: parte da premissa que o relevo inicial variava de plano a suavemente ondulado (FUMIYA *et al.*, 2016), sem um vale ainda instalado e caracterizado somente pela existência de um caminho preferencial no escoamento superficial das águas nos períodos de chuva. Este estágio foi pensado a partir da premissa que o modelado da região noroeste do Paraná remete-se a alternância de processos morfogenéticos, que são relacionados a diferentes sistemas morfoclimáticos recorrentes que se instalaram sobre um arcabouço morfo e geoestrutural do final do cretáceo, submetido a epirogênese positiva (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI, 1985). Assim, este estágio inicial da formação da cobertura pedológica da área do estudo teria seu início a partir desse arcabouço geológico, possibilitando o predomínio da pedogênese.

Estágio 2: nessa fase o relevo começa a ser modelado, e os processos morfogenéticos passam a atuar permitindo o entalhe de um vale mais definido, fruto da contínua circulação das águas superficiais nos períodos de chuva. A drenagem ainda se mantém predominantemente temporária, ganha destaque a formação e espessamento do horizonte Bw acompanhando a topografia das vertentes que começa a marcar uma ruptura de declividade devido ao entalhe do talvegue. Consequentemente essa ruptura começa a alterar a circulação lateral subsuperficial e superficial na encosta, como descrito em Cunha *et al.* (1999).

Estágio 3: a partir dessa fase têm-se a instalação das frentes de transformação eluvial-iluvial na média vertente onde o horizonte Bw do topo transforma-se lateralmente em horizonte E, na superfície, por perda de matéria fina e em Bt, na subsuperfície, por rearranjo estrutural com participação de argila translocada; o horizonte Bt do terço médio da vertente degradar-se-ia, a fração areia passa a predominar ao longo de todo o perfil formando um espesso horizonte C (sem estrutura pedológica, característico dos RQ). Neste estágio, o vale se apresenta mais entalhado e as vertentes mais curtas. Essa fase tem sido relatada em vários trabalhos, a exemplo de Cunha *et al.* (1999); Nakashima (1999) e

Calegari (2000). Como consequência dessas frentes de alteração nesta zona de acumulação dos fluxos, tem-se o espessamento do horizonte superficial arenoso.

Estágio 4: representa o estágio atual da paisagem com a configuração dos vales devido a instalação de uma drenagem perene. Neste cenário os Neossolos Quartzarênicos passam a predominar no fundo do vale com coloração variando de vermelho-amarelada a bruno-clara-acinzentada enquanto a montante há o predomínio dos Argissolos. Além das transformações *in situ*, o fundo do vale também recebe a contribuição dos materiais transportados de montante, que se depositam em superfície.

Desta forma, os Neossolos Quartzarênicos encontrados nas topossequências estudadas podem ser interpretados como oriundos de um processo eluvial-iluvial, onde as cabeceiras de drenagem e os vales em ‘berço’ perdem materiais finos numa proporção maior que recebem, dando origem a cobertura areno-quartzosa” (MARTINS, 2000 p. 120).

Portanto, a existência de RQs na região noroeste do estado do Paraná é ligada a sistemas de transformação lateral Argissolo/Neossolo Quartzarênico (GASPARETTO *et al.*, 2001), tendo sua gênese ligada ao recuo das cabeceiras de drenagem e ao aprofundamento dos vales.

Nas topossequências estudadas, o sistema identificado (Argissolo-Neossolo Quartzarênico) demonstra um elevado grau de evolução, indicando que a cobertura inicial (Latosolo-Argissolo) passou por modificações, inicialmente relacionadas a um sistema de transformação lateral e que podem ter sido intensificadas pelo uso agrícola nas últimas décadas, fato esse ressaltado pela quantidade de argila em superfície, quase que sempre menor que 5%.

Destaca-se que a relação solo-relevo é demonstrado pelo modelo da figura 7. Neste modelo existe uma intrínseca relação entre as alterações da morfologia da vertente e a distribuição e evolução da cobertura pedológica destacando o aumento de argila a média vertente e a perda de argila nos vales. Essas transformações podem atuar de maneira concomitante, a primeira agindo no modelado do relevo na forma de rupturas de declive a média vertente, e a segunda, exercendo influência no entalhamento dos vales e no surgimento dos vales em berço como o que ocorre na bacia estudada.

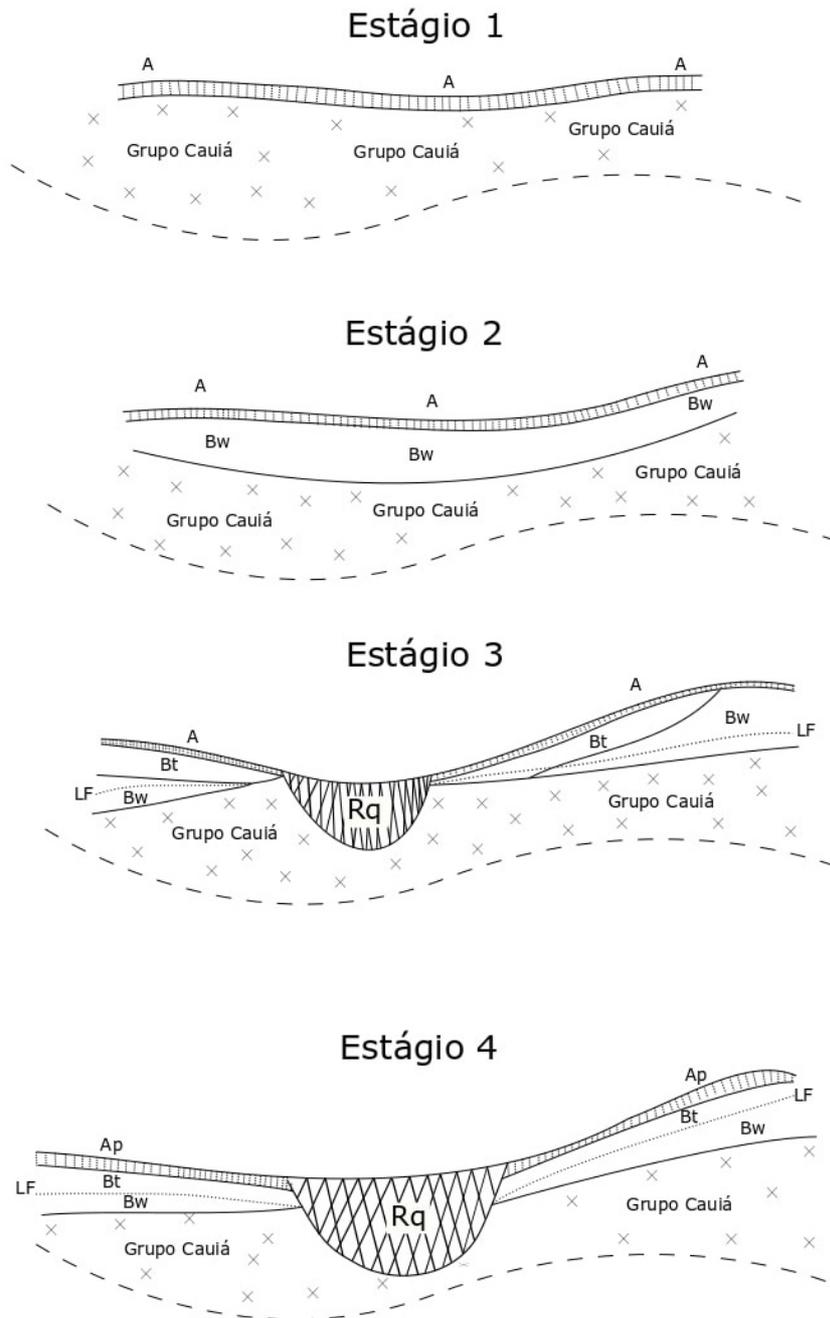


Figura 7 - Modelo evolutivo

Legenda: A- Horizonte superficial A; Ap – horizonte superficial A antrópico; Bw – Horizonte subsuperficial B latossólico; Bt – Horizonte subsuperficial B textural; LF – Lençol freático.

Considerações Finais

O sistema pedológico existente na área estudada encontra-se em avançado estado de evolução. No contexto da região noroeste do Paraná, a sucessão Argissolo-Neossolo Quartzarênico indica que os horizontes pedogenéticos já passaram por contínuas transformações. A sucessão de horizontes Ap – Bt modificada para Ap – C no fundo de vale, sem a existência de um

horizonte B até 150 cm de profundidade aponta que a cobertura inicial representada no modelo, foi completamente modificada.

Os processos de elutriação, eluviação e iluviação são os responsáveis pelos sistemas de transformação que ocorrem ao longo das duas topossequências. A partir do limite superior do horizonte Bt, onde há concentração de argila, o fluxo hídrico subsuperficial lateral atua de

maneira a remover as partículas finas, levando a formação e espessamento de um horizonte arenoso (C).

Devido ao processo de eluviação, que favorece o transporte das frações finas (silte e argila) em detrimento das frações mais grossas (areia), associada a baixa concentração de matéria orgânica, comum a essa paisagem, há uma limitação na evolução dos horizontes superficiais. Esse processo promove não só o espessamento de um horizonte mais arenoso a montante, como também a jusante, onde há eluviação e deposição de material retirado a montante (erosão laminar).

Os resultados assinalam relação entre os teores das frações granulométricas e a posição na vertente, onde há acumulação relativa de areia no fundo do vale e de argila em subsuperfície na média vertente. As condições encontradas na sub-bacia do córrego Jurema possibilitaram a identificação e descrição de um sistema pedológico pouco retratado na literatura regional, permitindo com os resultados apresentados no presente trabalho avançar na compreensão sobre as frentes de avanço de solos arenosos em ambientes análogos. A relação entre as características pedológicas e geomorfológicas, que pôde ser visualizada na sub-bacia hidrográfica do córrego Jurema, auxiliará na replicação do modelo evolutivo gerado para outras áreas da região noroeste do Paraná.

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.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, E.P.C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Neossolo Quartzarênicos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)/Agência Embrapa de Informação Tecnológica (ageitec). Solos Tropicais. Brasília: EMBRAPA/ageitec. sd Disponível em:< http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqarta66.html>. Acesso em Setembro de 201. v. 20, 2013.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. **In Simposio de controle de erosao**, 3, 1985. ABGE.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. **Mapa de solos do Estado do Paraná**. Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Instituto Agrônômico do Paraná. Rio de Janeiro, 2008. 74 p.

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: lês études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance dès sols**. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, p.309-322. 1982a.

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, p.323-339, 1982b.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, Campinas. **Anais... Campinas**: SBCS, 1988. p. 79-90.

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.

COELHO, M. R.; MARTINS, V. M.; VIDAL-TORRADO, P.; DE GOUVEIA SOUZA, C. R., PEREZ, X. L. O.; VÁZQUEZ, F. M. (2010). Relação solo-relevo-substrato geológico nas restingas da planície costeira do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34(3), 833-846.

COUTO, E. V.; SANTOS, L. J. C.; DE SORDI, M.V.; BOURLES, D.; BRAUCHER, R.; SALGADO, A. A. R.; LEANNI, L.; FERREIRA, J. H. D. Changes of the base levels in the Ivai and Paraná Rivers confluence zone (Southern Brazil): Denudational reflexes in the evolution of the upstream drainage network. **Zeitschrift Fur Geomorphologie**, p. 1-18, 2018.

CUNHA, J. E.; CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F.X.T. Comportamento erosivo de um sistema pedológico de Umuarama, noroeste do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 943–951, 1999.

CUNHA, J.E., MARQUES, A.J.; SANTIL, F.L.D.P. (2011). O uso do clinômetro no levantamento topográfico. Estudo de caso: levantamento pedológico. **Boletim de Geografia**, 18(1), 135-142.

CUNHA, J. E.; NÓBREGA, M.T.; CASTRO, S. S.; GUIMARÃES, M.F. (2016). Escoamento superficial e perdas de solos por erosão hídrica em uma topossequência sobre o arenito Caiuá no noroeste do estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, 34(1).

- CURCIO, G.R.. Solos desenvolvidos sobre arenito Caiuá: Potencialidades e riscos. In: 5ª Reunião Paranaense de Ciência do Solo, Maringá – PR. **Anais...** Universidade Estadual de Maringá, 2017. p.20-22.
- DONAGEMMA, G.K.; FREITAS, P.L.; BALIEIRO, F.C.; FONTANA, A.; SPERA, S.T.; LUMBRERAS, J.F.; VIANA, J.H.M.; ARAUJO FILHO, J.C.; SANTOS dos, F.C.; ALBUQUERQUE, M.R.; MACEDO, M.C.M.; TEIXEIRA, P.C.; AMARAL, A.J.; BORTOLAN, E.; BORTOLAN, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesqui. agropec. Bras.** Brasília, v.51, n.9, p.1003-1020. set. 2016.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5.ed., rev ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.
- FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 3, p. 164-176, 1999.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J.; AULER, P. A. M. (2013). Influência das frações de areia na retenção e disponibilidade de água em solos das formações Caiuá e Paranaíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 613–621, 2013.
- FREITAS, I.C. **Atributos de um Neossolo Quartzarênico da pré-amazônia sob agroecossistemas de produção familiar.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, GO – Brasil, 2013.
- FUMIYA, M.H.; SANTOS, L.J.C.; MANGUEIRA, C. G.; 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.
- GASPARETTO, N.V.L. **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá.** 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- GASPARETTO, N.V.L.; NÓBREGA, M. T.; CARVALHO, A. A reorganização da cobertura pedológica no noroeste do Paraná–BR e as suas relações com o arenito Caiuá. **Anais Encontro de Geógrafos da América Latina.** **Anais...**2001. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Procesosambientales/Edafologia/01.pdf>>
- JENNY, H. **Factors of soil formation.** 281 pp. New York, 1941.
- KOHLHEPP, G. **Colonização agrária no Norte do Paraná: processos geoeconômicos e sociogeográficos de desenvolvimento de uma zona subtropical do Brasil sob a influência da plantação de café.** Maringá: EDUEM, 2014.
- KUROWSKI, G. Aspectos Gerais da erosão no Norte do Paraná. In: **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.6/7, p 3-16, 1962.
- LINDOSO G.S.; FELFILI J.M.; COSTA J.M.; CASTRO A.A.J.F. Diversidade e estrutura do cerrado sensu stricto sobre areia (Neossolo Quartzarênico) na Chapada Grande Meridional, Piauí. **Rev Biol Neot** 6:45–61, 2009.
- 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.
- MENDES, M. C. **Caracterização e gênese de uma topossequência Neossolo Quartzarênico – Latossolo amarelo no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco.** Dissertação - Universidade Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, p. 119, 2012.
- MOURA, C.J.; CREMON, C.; MAPELI, N.C.; SILVA, A.N.; CAMILO, I.C.V.S.; MANDARINO, A.P.; SILVA, G.F.. Qualidade de um Neossolo Quartzarênico com e sem ocorrência de morte súbita de braquiária no bioma Pantanal. **Agrarian**, 10(36), 152-161, 2017.
- MURATORI, A.M. **Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região noroeste do estado do Paraná–Brasil.** Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.1996.
- 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.
- QUEIROZ NETO, J.P. **Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil**-In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. XXI–Campinas–Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 415-429, 1987.
- QUEIROZ NETO, J.P. Relações entre as vertentes e os solos: revisão de conceitos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, 2011.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNYOSHI, Y. S. HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002.
- SANTOS, L.J.C.; 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**, 7(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, L. J. C., OKA-FIORI, C., CANALI, N. E., FIORI, A. P., DA SILVEIRA, C. T., & SILVA, J. M. F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, 37(4), 812-820, 2007.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.D.; SANTOS, H.D.; KER, J.C.; ANJOS, L.D.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2010.
- SPERA, S.T.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CORREIA, J.R.; CUNHA, T.J.F. **Solos areno-quartzosos no Cerrado: problemas características e limitações ao uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.1-48, dez. 1999.
- 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 seqüência Latossolo-Podzólico na borda de um platô na Depressão Periférica Paulista. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 23(4), 909-921, 1999.
- VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E. J.; PROCHNOW, L. I. (org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v.4, p.145-192, 2005.
- 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, p.49-63, 2010. DOI: 10.4025/bolgeogr.v28i2.1.