

## A RELAÇÃO ENTRE O SISTEMA PEDOLÓGICO E O RELEVO NO MUNICÍPIO DE IGUARAÇU-PR

**ANDRESSA FERNANDES BARBOSA**

Graduanda em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR<sup>1</sup>  
andressageouem@gmail.com

**HÉLIO SILVEIRA**

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá,  
Maringá-PR<sup>1</sup>  
hesilveira70@hotmail.com

**FRANCIELI SANT'ANA MARCATTO**

Doutora em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR<sup>1</sup>  
fran\_marcatto@hotmail.com

**RESUMO:** A presente pesquisa tem por objetivo verificar a organização da cobertura pedológica vertical e lateral ao longo de uma topossequência, visando entender as relações entre o sistema pedológico e o relevo no município de Iguaçu-PR. O levantamento da topossequência foi realizado ao longo de uma vertente de relevo plano e suave ondulado, onde os solos são formados pela alteração do arenito da Formação Caiuá. Para o levantamento da topossequência e dos solos, foi aplicada a Análise Bidimensional da Cobertura Pedológica, visando identificar as transições verticais e laterais dos horizontes pedológicos e, posteriormente, foi determinada a granulometria das amostras coletadas nas sondagens à trado. Os resultados indicaram uma topossequência composta pelo sistema pedológico Latossolo-Gleissolo, que apesar do relevo plano a suave ondulado, encontra-se em processo de transformação. A análise granulométrica das sondagens à trado indicou que ocorre perda de argila vertical e lateralmente, com a ocorrência de perfis mais arenosos no sopé da vertente, demonstrando tendência de evolução remontante. **Palavras-chave:** Latossolo; Gleissolo; Formas de relevo; Rio Pirapó.

### THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PEDOLOGICAL SYSTEM AND THE RELIEF IN THE MUNICIPALITY OF IGUARAÇU-PR

**RESUME:** This research aims to verify the organization of vertical and lateral pedological coverage along a toposequence, aiming to understand the relationships between the pedological system and the relief in the municipality of Iguaçu-PR. The toposequence survey was carried out along a slope of smooth and wavy relief, where the soils are formed by altering the sandstone of the Caiuá Formation. To survey the toposequence and the soils, the Two-dimensional Analysis of the Pedological Cover was applied, aiming to identify the vertical and lateral transitions of the pedological horizons and, later, the granulometry of the samples collected in the auger surveys was determined. The results indicated a toposequence composed by the pedological system Latosol-Gleisol, which despite the flat to smooth undulating relief, is in the process of transformation. The granulometric analysis of the auger surveys indicated that there is a loss of clay vertically and laterally, with occurrence of more sandy profiles at the foot of the slope, with a tendency of a remontant evolution.

**Keywords:** Oxisol; Gleisol; Landforms; Rio Pirapó.

### LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA PEDOLÓGICO Y EL RELIEVE EN EL MUNICIPIO DE IGUARAÇU-PR

**RESUMEN:** La presente investigación tiene como objetivo verificar la organización de la cobertura pedológica vertical y lateral a lo largo de una toposecuencia, con el objetivo de comprender las relaciones entre el sistema pedológico y el relieve en el municipio de Iguaçu-PR. El levantamiento de toposecuencia se realizó a lo largo de una pendiente de relieve suave y ondulado, donde los suelos están formados por la alteración de la arenisca de la Formación Caiuá. Para el levantamiento de la toposecuencia y los suelos, se aplicó el Análisis Bidimensional de Cobertura Pedológica, con el objetivo de identificar las transiciones verticales y laterales de los horizontes pedológicos y, posteriormente, se determinó la granulometría de las muestras recolectadas en los levantamientos de barrena. Los resultados indicaron una toposecuencia compuesta por el sistema pedológico Oxisol-Gleisol, que a pesar del relieve plano a suave ondulado, está en proceso de transformación. El análisis granulométrico de las perforaciones con barrenas indicó que existe una pérdida de arcilla vertical y lateralmente, con la ocurrencia de perfiles más arenosos al pie de la pendiente, mostrando una tendencia de evolución de manera remontante.

**Palabras clave:** Oxisol; Gleisol; Accidentes geográficos; Río Pirapó.

<sup>1</sup> Endereço para correspondência: Departamento de Geografia – UEM, Avenida Colombo, 5.790, Jd. Universitário, CEP: 87020-900, Maringá-PR.

## INTRODUÇÃO

O interesse científico pelos estudos envolvendo solo e relevo tem crescido em várias partes do mundo e no Brasil não tem sido diferente. As pesquisas têm mostrado que as diferentes formas de relevo podem intensificar ou reduzir a duração dos processos pedológicos atuantes sobre a rocha, que irão determinar a distribuição dos solos ao longo das vertentes, sendo este um importante fator no processo evolutivo da cobertura pedológica (VIEIRA; LOMBARDI NETO, 1995).

As distintas formas e declividades das vertentes podem influenciar também no escoamento da água em diferentes trajetórias sobre o terreno, sendo fundamental para o entendimento e quantificação da erosão e da variabilidade das principais propriedades dos solos (SOUZA, 2001). Para Salomão (1994), os pontos mais sensíveis à erosão possuem relação direta com o relevo. Em algumas vertentes, no terço inferior, o substrato rochoso exerce um importante papel, o lençol freático pode aparecer de modo permanente ou temporário e a água nesses pontos ganha energia, podendo colocar em desequilíbrio principalmente o material arenoso. Deste modo, pode-se afirmar que, o entendimento das formas da vertente poderá auxiliar na identificação das rotas preferenciais dos fluxos de água, bem como no entendimento da variabilidade espacial das propriedades do solo (SOUZA, 2001).

O estudo dos solos de forma integrada, relacionando as formas do relevo com as transformações pedológicas, ganhou maior campo na Pedologia com a introdução da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, desenvolvida por Boulet (1978). Essa metodologia representa a preocupação dos pedólogos em compreender a distribuição dos solos nas vertentes e nas paisagens, suas causas e fatores, isto é, procura interpretar os processos responsáveis por essa distribuição. Segundo Boulet et al. (1988), a Análise Estrutural fornece um conjunto de informações, pelo qual podemos chamar de anatomia das coberturas pedológicas.

A Análise Bidimensional da Cobertura Pedológica permite reconhecer e representar os horizontes, bem como o seu arranjo lateral. Trata-se, portanto, dos estudos de topossequências, que expressam as variações verticais e laterais dos horizontes pedológicos e de suas transições ao longo das vertentes, cuja maior finalidade é a compreensão da gênese, da evolução, da distribuição e do comportamento e funcionamento da cobertura pedológica (BOULET et al., 1982a; BOULET et al., 1982b).

Normalmente, em relevos pouco movimentados, constituídos de colinas amplas e em topos aplainados de colinas médias, se encontram os Latossolos. Diante das condições em que se apresenta o relevo, a formação dos Latossolos se associa aos processos de lixiviação acentuada, propiciando o aprofundamento do perfil do solo por drenagem interna vertical dominante, além do enriquecimento relativo de sesquióxidos de ferro e/ou alumínio, argila caulínica e grãos de quartzo, seja na fração silte ou na fração argila (residual) (SANTOS, 2000).

De acordo com Queiroz Neto (2002), as pesquisas desenvolvidas no Planalto Ocidental Paulista, sobre o Grupo Bauru, permitiram mostrar que em áreas de relevo aparentemente uniforme, que se alternam com áreas de colinas mais amplas e longas encostas de baixa declividade, são recobertas por solos com horizonte B latossólico até quase a base das vertentes, ponto em que passam para as areias hidromórficas. Nas áreas com colinas de encostas mais curtas com declividades mais fortes, são recobertas por solos com B latossólico no topo e com B textural a partir do terço superior ou da metade das vertentes, ou apenas com B texturais em toda a extensão da colina.

Segundo Cunha (2002), a distribuição dos solos na paisagem do noroeste paranaense pode ser associada ao conjunto morfoestrutural que é pouco dissecado, de formas frequentemente convexas, com Latossolos no topo, altas e até médias vertentes, quando longas e regulares e com fraca declividade e Argissolos nos setores de média e baixa vertente que podem se demonstrar bastante susceptíveis à instalação de processos erosivos hídricos, principalmente associado ao comprimento destas vertentes, que favorece o aumento da energia cinética da água, contribuindo para o aumento do potencial de erosão natural destes solos.

Neste sentido, Calegari (2000), em seus estudos realizados no município de Nova Esperança no Noroeste do Paraná, procurou explicar a relação existente entre a distribuição e organização da cobertura pedológica e a morfologia do relevo. Por meio de alguns procedimentos, dentre os quais, destaca-se a utilização da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, constatou que no relevo mais dissecado foi possível observar a presença de sistemas mais complexos, com transformação lateral mais avançada, por outro lado nos relevos menos dissecados, os sistemas se apresentaram pouco evoluídos observando que o desequilíbrio morfopedológico encontrado nestas topossequências está relacionado principalmente com a forma e posição dos solos no relevo.

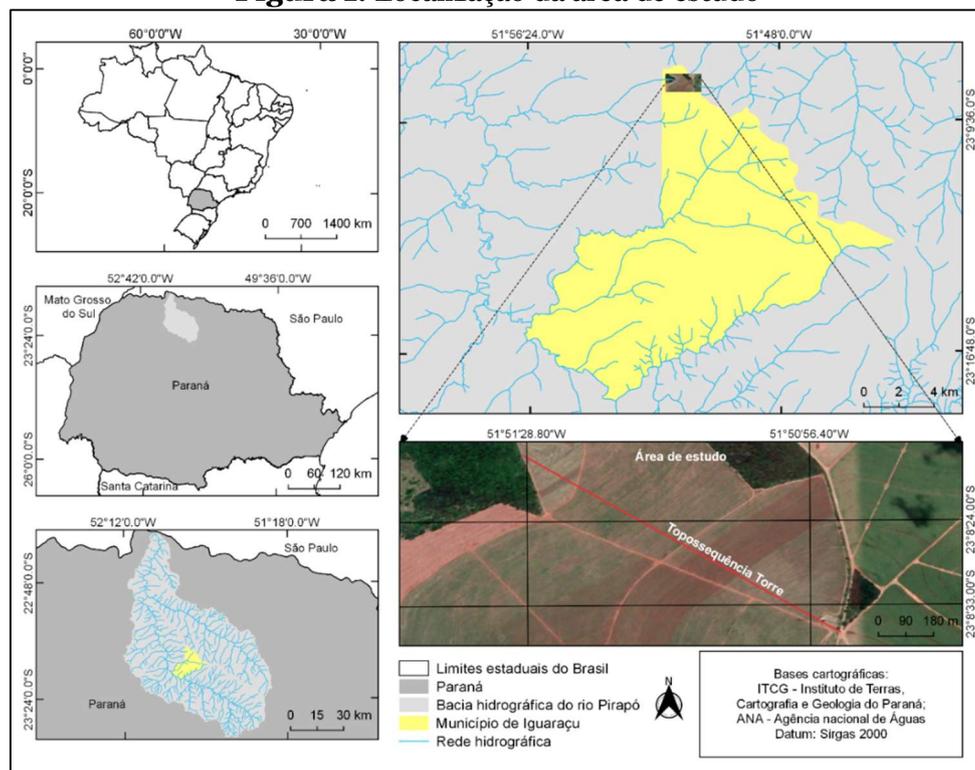
Pesquisas dessa natureza, utilizando Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, permitem entender as transformações laterais, facilitando a compreensão do relacionamento entre o “contínuum” do solo com o “continuum” da vertente, garantindo uma observação mais detalhada e conjunta do sistema pedológico. Segundo Veloso (2002), uma atuação contínua desses processos em uma vertente influenciaria a mesma a atingir um perfil de equilíbrio. Entender esta relação entre os processos atuantes e a forma de uma vertente poderia, ainda segundo o autor, explicar a paisagem por meio dos processos que as originaram.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo verificar a organização da cobertura pedológica vertical e lateral ao longo de uma topossequência, visando entender as relações entre o sistema pedológico e o relevo no município de Iguaraçu - PR.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada ao longo de uma vertente de aproximadamente 1170 m de comprimento localizada no município de Iguaraçu, região Norte do estado do Paraná, no médio curso do rio Pirapó. O topo da vertente encontra-se a 600,4 m de altitude, entre as coordenadas geográficas de 51°50'52.90"O e 23°08'36.38"S. Na baixa vertente a altitude é de 548 m e a sua localização geográfica está compreendida entre as coordenadas de 51°51'29.09"O e 23°08'16.66"S (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com o mapeamento realizado pela MINEROPAR (2001), a área de estudo encontra-se sobre os arenitos da Formação Caiuá que se caracteriza-se por arenitos finos a médios, arroxeados, com estruturas cruzadas acanaladas evidenciando condições deposicionais fluviais e eólicas (THOMAZ, 1984; MINEROPAR, 2001). Conforme Jabur e Santos (1984), a Formação Caiuá é representada por dois ciclos deposicionais distintos, que geraram a Fácies Porto Rico, caracterizando-se por um ciclo de sedimentação eólica e a Fácies Mamborê, geneticamente flúvio-lacustre.

Para a EMBRAPA (2008), as principais classes de solos encontrados nessa área são os Latossolos Vermelhos de textura média que ocupam o topo dos interflúvios e os Argissolos Vermelhos de textura média, que se situam na média e baixa vertente, ambos produtos de alteração do arenito da Formação Caiuá.

Em relação aos procedimentos metodológicos e técnicos adotados para a realização da pesquisa, inicialmente foi realizado o levantamento de uma topossequência de solos, com a aplicação da metodologia da Análise Bidimensional da Cobertura Pedológica. O levantamento topográfico do transecto e a identificação das transições verticais e laterais dos horizontes dos solos, foram realizados conforme proposto por Boulet et al. (1982a).

A partir do levantamento topográfico realizado em campo, com auxílio do clinômetro, metro e trena, foi confeccionado o perfil topográfico da topossequência, visando apresentar as variações na morfologia da vertente. A partir disso, foram realizadas as sondagens à trado para a identificação dos volumes pedológicos que compõem a cobertura pedológica ao longo da vertente. As sondagens foram alocadas a cada 100 metros de distância, aproximadamente, no sentido de montante para jusante, e quando se observava uma mudança na organização da cobertura pedológica eram realizadas sondagens intermediárias, objetivando definir as transições dos horizontes ao longo da vertente.

As amostras de solos das sondagens foram coletadas a cada 5cm de profundidade, sendo que uma amostra foi acondicionada em pedocomparador (ex. 0 a 5cm) e a outra em sacos plásticos (ex. 5 a 10 cm). As amostras acondicionadas nos sacos plásticos foram utilizadas para a determinação da granulometria.

Para a determinação da granulometria (silte, areia e argila) foram utilizados os procedimentos descritos no Manual de Métodos e Análise do Solo (EMBRAPA, 1997). As areias foram peneiradas em cinco classes, separando-as em areia muito fina (0,053 - 0,125 mm), areia fina (0,125 - 0,250 mm), areia média (0,250 - 0,500 mm), areia grossa (0,500 - 1,00 mm) e areia muito grossa (1,00 - 2,00 mm).

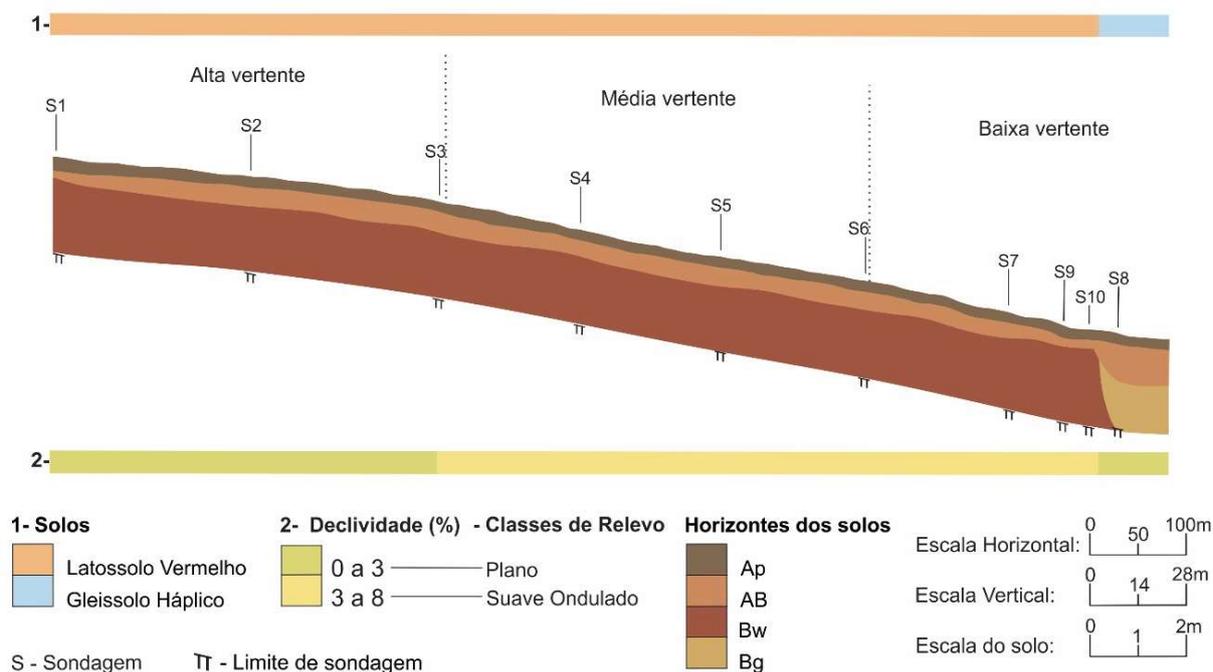
Para melhor compreender a distribuição dos solos ao longo da vertente, foram observados e analisados outros componentes do ambiente, entre eles, as formas do relevo e a declividade. Para a definição das formas será utilizada as classes de forma do terreno segundo Valeriano (2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A topossequência de solos Torre, está localizada no município de Iguaraçu-PR, médio curso do rio Pirapó. Sua cobertura pedológica é composta por solos provenientes de arenitos da Formação Caiuá do período do Cretáceo, na qual se encontra ocupado atualmente com a cultura da cana-de-açúcar desde o topo até o sopé da vertente.

A topossequência em estudo possui 1170 m de comprimento, apresentando um desnível altimétrico de 52,4 m. Por meio da análise do perfil topográfico da vertente (Figura 3), pode-se notar que é formada por um segmento retilíneo do topo ao sopé da vertente, apresentando relevo plano no topo (0 a 3%), que transiciona para suavemente ondulado entre a alta e a baixa vertente (3 a 8%), voltando a ser plano na medida em que atinge o sopé, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2.** Perfil de solos da topossequência Torre, Iguaraçu, Paraná, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os solos da vertente foram identificados por meio do levantamento de informações em campo e pelas análises granulométricas das amostras de solos coletadas ao longo da vertente. A partir das informações obtidas com estas análises, verificou-se que a topossequência Torre é composta por um sistema pedológico formado por Latossolo Vermelho de textura média que se estende do topo até o sopé da vertente, onde transiciona para o Gleissolo Háptico de textura média, ocorrendo nos últimos 40 metros da vertente.

O Latossolo Vermelho é composto pelos horizontes Ap, AB e Bw, sendo que a medida em que desce na vertente, o horizonte Bw desaparece e dá lugar ao Bg, que se desenvolve em condições de hidromorfia, devido à proximidade com a drenagem intermitente. O aparecimento do horizonte diagnóstico com características de gleização (Bg) marca a transição lateral para o Gleissolo, composto pela sequência de horizontes Ap, AB e Bg, conforme pode ser observado na Figura 2.

O horizonte superficial (Ap), observado em ambas as classes de solos, se inicia no topo da vertente e se estende até o sopé, com espessura média de 20 cm. Abaixo deste volume superficial encontra-se o horizonte AB, que varia de 20 a 40 cm de espessura ao longo de todo o segmento da topossequência, se tornando mais espesso do topo em direção a baixa vertente. Ao transicionar lateralmente para o Gleissolo, no sopé da vertente, aumenta bruscamente de espessura em relação à montante, apresentando 80 cm.

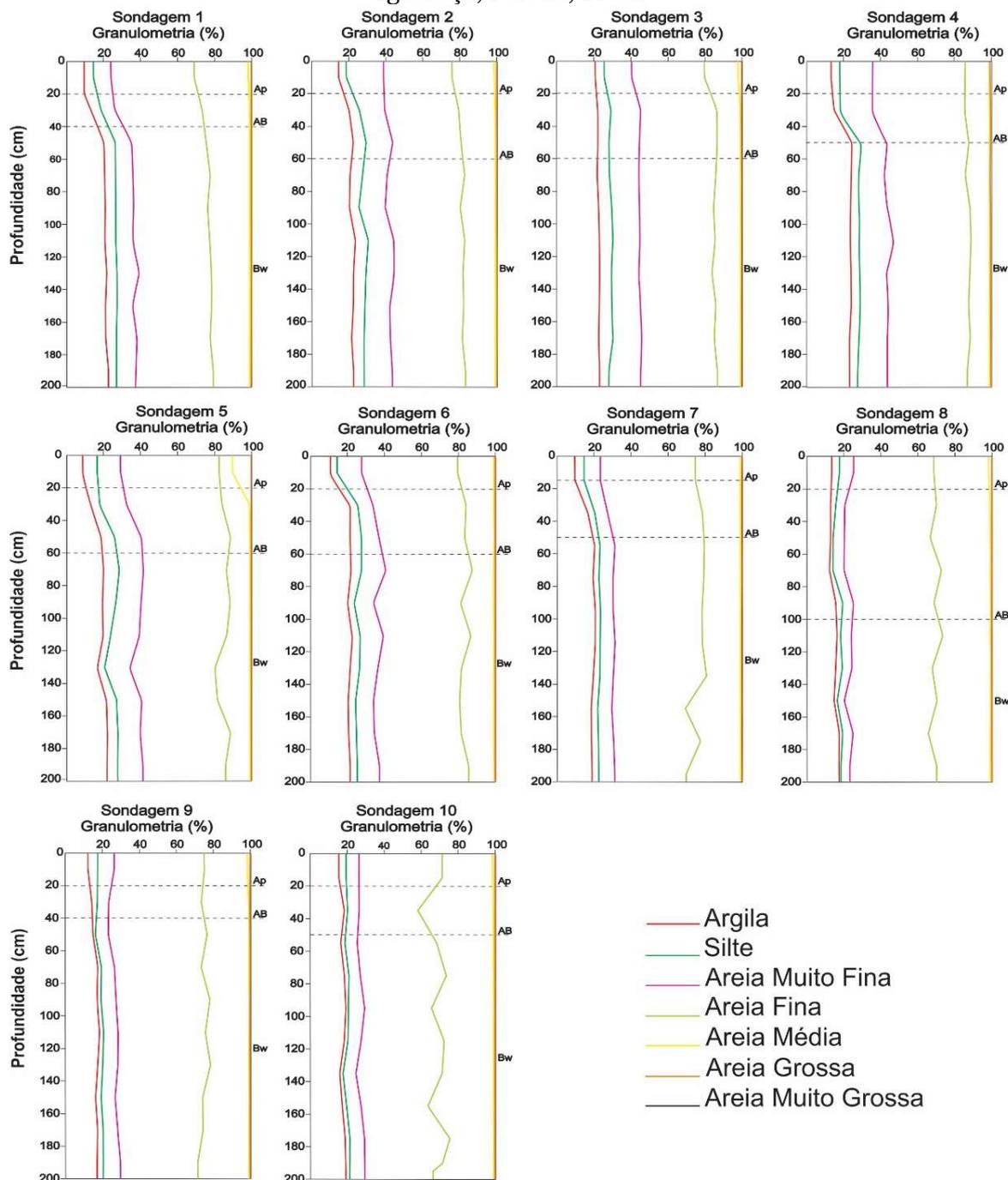
O horizonte Bw demonstrou ter aproximadamente 140 a 160 cm de espessura, sendo mais espesso no topo da vertente, com maiores percentuais de argila e diminuindo de espessura em direção ao sopé da vertente, ao qual torna-se mais claro e arenoso, transicionando lateralmente para o horizonte Bg, identificado somente na sondagem 8, cuja espessura é de 100 cm e as características são de um horizonte glei.

O aparecimento do Gleissolo no sopé da vertente está relacionado a má circulação de água em um ambiente úmido, ocasionando um processo de gleização, que propicia a formação do horizonte Bg. Pode-se observar que, a coloração acinzentada das amostras coletadas neste setor e o aumento do percentual da fração areia aponta para uma perda gradual de ferro ao longo da topossequência, acompanhada de uma perda de argila, devido a desestabilização das ligações ferro-argila, promovidas pelo ambiente redutor. Cunha (2002) destaca esta desestabilização em uma vertente composta por Latossolos e Argissolos em Cidade Gaúcha-

PR, observando que o rompimento das ligações entre o ferro e a argila e a sua consequente perda no setor baixo da vertente proporcionou o espessamento do horizonte AE, mais arenoso.

Em relação aos resultados da análise granulométrica das sondagens à trado, realizadas ao longo da topossequência, os dados podem ser consultados na Figura 3.

**Figura 3.** Distribuição granulométrica das sondagens ao longo da topossequência Torre, Iguaraçu, Paraná, Brasil



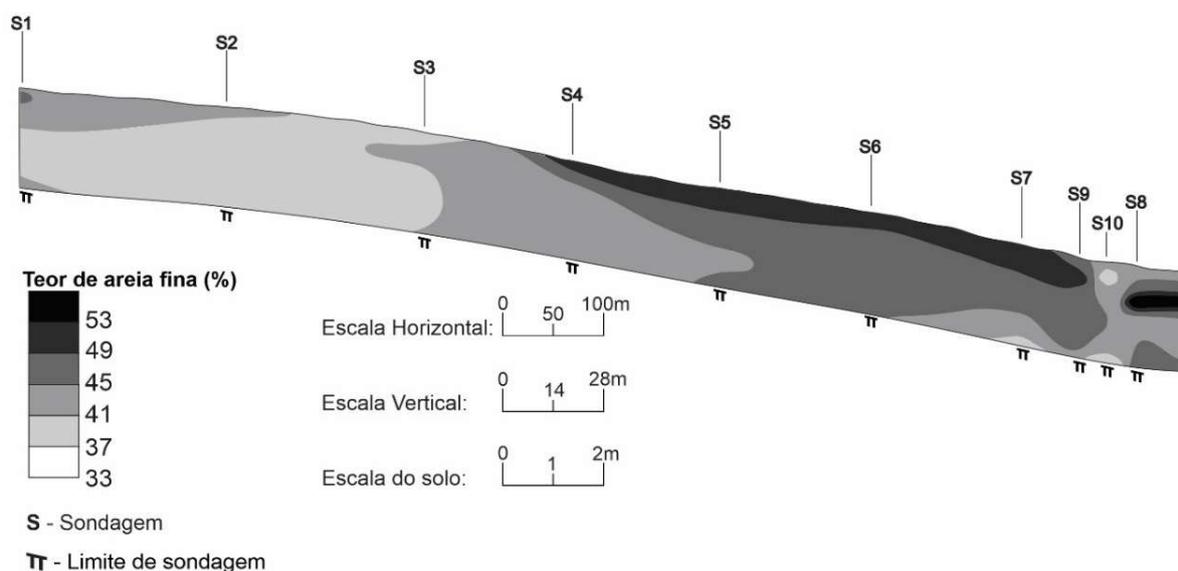
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os resultados indicaram o predomínio da fração areia fina (A.F.) por toda a extensão da topossequência, demonstrando distribuição irregular em profundidade e variação de 31,5% a 53,8%, com um discreto aumento do percentual desta fração do topo em direção à jusante da vertente. A predominância de areia fina em relação as demais frações também foram

observadas nos trabalhos de Gasparetto (1999), Cunha (2002) e Calegari (2000), em seus estudos na região noroeste paranaense, em solos provenientes do arenito da Formação Caiuá.

Os teores de areia fina obtidos com a granulometria das sondagens foram representados por meio de curvas de isovalores, para auxiliar na compressão da distribuição dessa fração ao longo da topossequência (Figura 4). A partir da análise dos isovalores de areia fina, foi observado que as maiores concentrações dessa fração ocorrem a partir da sondagem 4 em direção à jusante, sobretudo nos horizontes mais próximos à superfície. Ao contrário, entre as sondagens 1 e 3, onde o relevo foi classificado como plano, ocorre reduzida diferenciação ao longo do perfil, com menor ocorrência de A.F, demonstrando menor participação dessa fração na composição granulométrica dos solos neste setor da vertente.

**Figura 4.** Curvas de isovalores de areia fina da topossequência Torre, Iguaraçu, Paraná, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

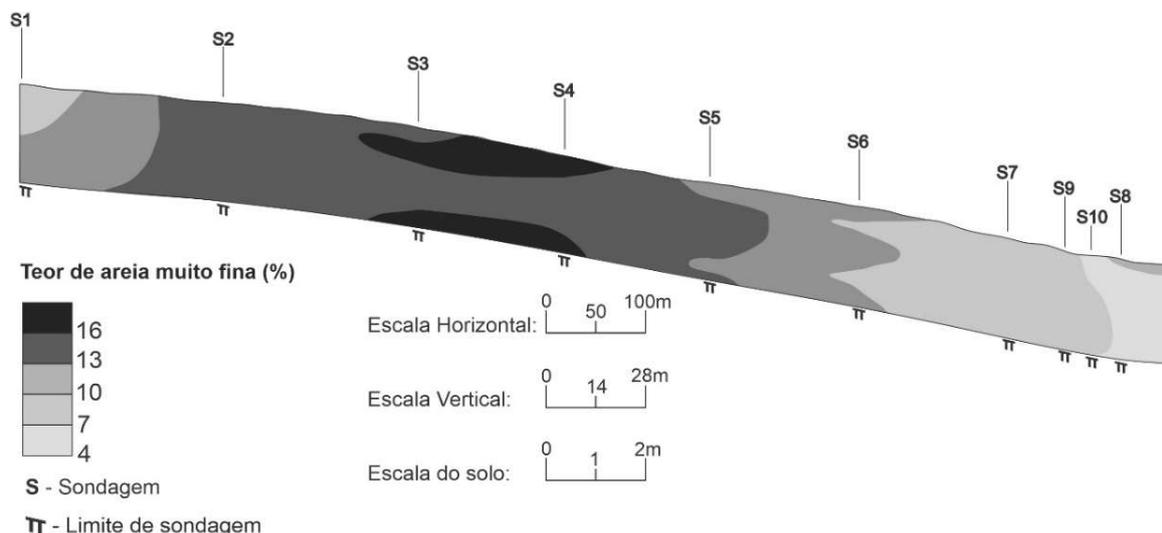
A fração areia muito fina (A.M.F.) apresentou maiores percentuais à montante, com valores variando entre 8,3% e 18,5%, conforme evidenciado pelos dados obtidos nas sondagens 1 a 6. Em direção à jusante, a partir da sondagem 6, há uma diminuição progressiva do teor de areia muito fina, onde obteve-se valores que variaram entre 4,5% e 9,5%. Os menores percentuais ocorreram no sopé da vertente, na sondagem 8, variando entre 4,5 e 7,5% ao longo do perfil. Além disso, não se observou um comportamento padrão dos valores dessa fração associados a profundidade, com variações aleatórias (Figura 3).

O perfil de isovalores com a distribuição da areia muito fina ao longo da topossequência (Figura 5), evidencia a tendência de diminuição de A.M.F a medida em que segue em direção ao sopé da vertente, demonstrando uma tendência oposta à observada para a areia fina, onde as maiores concentrações foram obtidas neste setor. Os teores mais elevados de areia muito fina são observados principalmente nas sondagens 3 e 4, com valores superiores a 13% ao longo de todo o perfil, indicando a sua concentração.

Para a fração areia média (A.M.), observou-se diferentes resultados entre as sondagens analisadas ao longo da topossequência, conforme apontado na Figura 3. Nas sondagens 1 e 2 a areia média variou entre 16,4% e 30,0%, com uma diminuição dos valores em profundidade, onde ocorre o horizonte Bw. Em direção à jusante, entre as sondagens 3 e 6, ocorre uma redução do percentual desta fração, variando entre 10,7 a 20,3%. A partir da sondagem 7 em direção ao sopé da vertente, observa-se um novo aumento nos teores de areia média, indicando um acúmulo desta fração nos setores mais baixos da vertente, com valores variando entre 18,7 e 34,7%. Este comportamento da fração A.M. também foi observado na topossequência

Campus do Arenito, estudada por Cunha (2002), no município de Cidade Gaúcha (PR), indicando maior acúmulo das frações grosseiras no topo, seguida de uma diminuição na alta vertente e novamente um pequeno aumento na média vertente até o sopé, relacionado a perda de argila de montante para jusante.

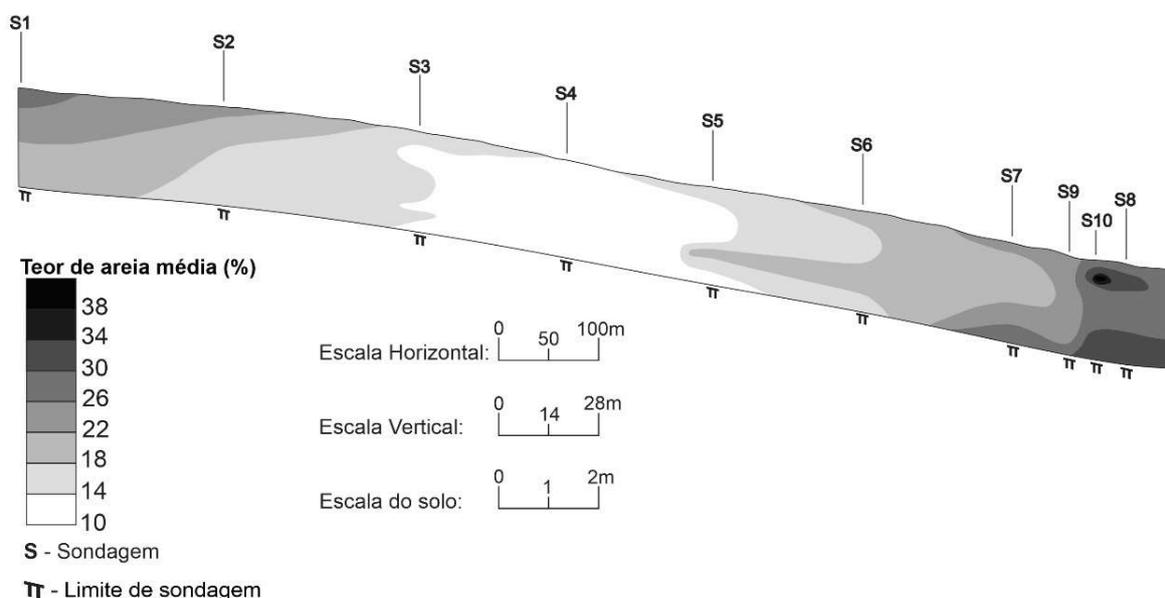
**Figura 5.** Curvas de isovalores de areia muito fina da topossequência Torre, Iguaçu, Paraná, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A partir da análise das curvas de isovalores de areia média fica evidente que nos setores mais planos da vertente, principalmente no topo (S1 e S2) e no sopé da vertente (S8 e S10), ocorrem as maiores concentrações de areia média. Entre as sondagens 3 e 7, onde as declividades são ligeiramente mais acentuadas, com relevo de morfologia suavemente ondulada, a areia média ocorre em menores percentuais, sobretudo na S4 (Figura 6).

**Figura 6.** Curvas de isovalores de areia média da topossequência Torre, Iguaçu, Paraná, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A comparação dos dados de A.M.F e A.F. e A.M. sugere que a diminuição do teor de areia muito fina a partir da sondagem 5 em direção a jusante foi progressivamente substituído pelo aumento da fração areia fina e secundariamente pela areia média, indicando a predominância de partículas mais grosseiras e a tendência de acúmulo dessas frações em direção ao sopé da vertente.

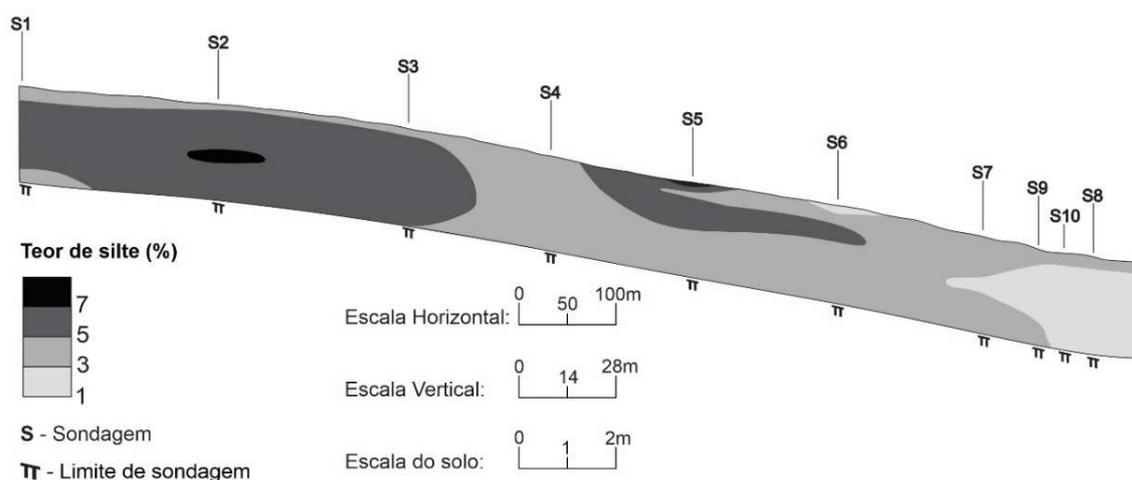
A fração areia grossa (A.G) e areia muito grossa (A.M.G) apresentaram valores reduzidos ao longo de toda a topossequência. Para a areia grossa, os valores variaram entre 0,1 e 1,8%, sendo que os maiores percentuais ocorreram no horizonte Ap, com valores entre 0,4 e 1,8% ao longo da vertente. Em seus estudos no município de Cianorte-PR, Gasparetto (1999) destaca a pequena quantidade de areia grossa (cerca de menos de 1,0%) na topossequência Três Leões, associando tal fator a posição topográfica da vertente ou em virtude do material de origem, neste caso o Arenito da Formação Caiuá. Quanto a areia muito grossa, seus valores foram inferiores a 0,1%, demonstrando a reduzida representatividade na composição granulométrica dos solos.

Não foram confeccionados os perfis de isovalores para as frações areia grossa e areia muito grossa, devido a pequena participação na composição dos solos da topossequência Torre e a reduzida diferenciação dos teores ao longo da vertente.

Em relação ao percentual de silte, este demonstrou variações ao longo de toda a topossequência. Na alta vertente, nas sondagens 1 a 3, o teor de silte variou de 4% a 8%, com menores percentuais nos horizontes superficiais e valores variáveis nos demais horizontes. Já nas sondagens 4 a 6 não se observou um comportamento padrão de variação dessa fração, oscilando entre 1,2% e 7,6%. A partir da sondagem 7, em direção à jusante, nota-se que os horizontes superficiais possuem maior percentual da fração silte comparado com os dados dos horizontes subsuperficiais analisados, variando entre 1,1% e 5,7%.

Nas curvas de isovalores de silte, os dados descritos são evidenciados, sendo que nota-se maior concentração do silte à montante da vertente e uma diminuição progressiva nos perfis localizados no sopé, apontando para a sua menor contribuição na formação dos solos deste setor da vertente (Figura 7).

**Figura 7.** Curvas de isovalores de silte da topossequência Torre, Iguaraçu, Paraná, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

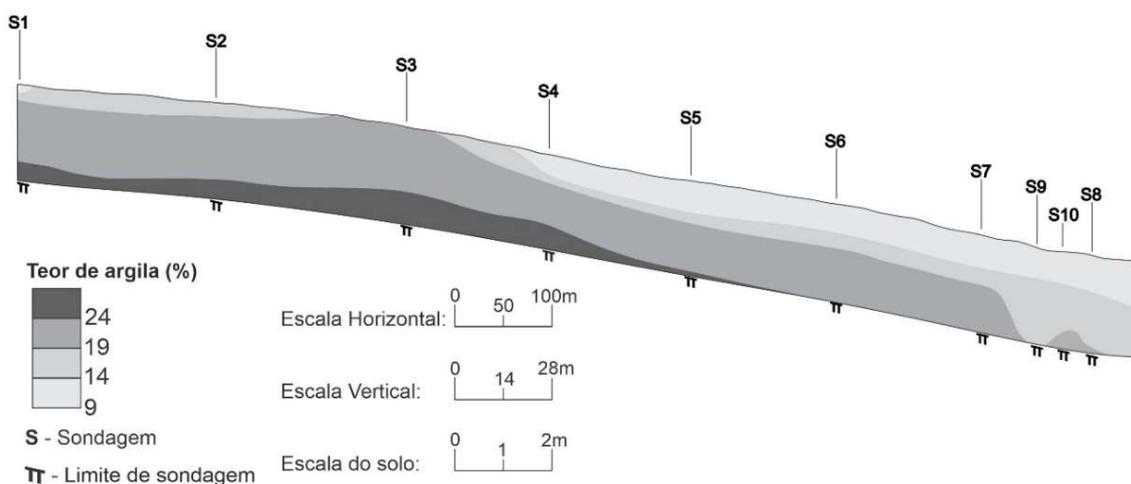
Assim como observado nos dados das demais frações granulométricas analisadas, o comportamento da argila apresentou forte ligação com o relevo da topossequência, semelhantemente ao que foi obtido nos estudos de Zapparoli e Gasparetto (2010).

Do topo até aproximadamente o meio da vertente, nota-se que o percentual de argila variou entre 9,8% e 24,8% nas sondagens de 1 a 4, apresentando menores percentuais em

superfície comparados aos horizontes subsuperficiais. No setor de média-baixa vertente, os valores obtidos de material fino (argila) das sondagens de 5 a 7 variaram de 9,1% a 22,9%, demonstrando diminuição destes percentuais em direção à jusante, além de que, menores teores em superfície, indicando horizontes superficiais mais arenosos. A partir da sondagem 9 até o sopé da vertente, os valores foram inferiores a 18%, sugerindo que está ocorrendo um processo de perda de argila na baixa vertente. Semelhantemente aos outros setores da vertente, a arenização superficial também é notada, demonstrando as transformações que estão ocorrendo nos horizontes pedológicos. Esta perda de argila ao longo da topossequência também é destacada por Karling (2000) em Cidade Gaúcha-PR, além de notar a concentração de areia nos horizontes superficiais.

As curvas de isovalores de argila indicaram a perda lateral e vertical de material fino (argila) em direção à jusante (Figura 8). No topo da vertente observa-se que os horizontes mais próximos a superfície são mais arenosos comparados aos horizontes subsuperficiais, principalmente nas sondagens 1 e 2. Em profundidade há um aumento gradual da fração argila, atingindo teores superiores a 19%. Esse comportamento se estende do topo até a média vertente, entre as sondagens 1 e 4, sendo que se nota que neste setor o horizonte Bw é mais argiloso e tende a perder material fino em direção à jusante.

**Figura 8.** Curvas de isovalores de argila da topossequência Torre, Iguaraçu, Paraná, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na média vertente, os dados obtidos nas sondagens 5 a 7 mostram a perda gradual de argila que está ocorrendo vertical e lateralmente ao longo da topossequência. Neste setor, verifica-se que os menores teores de argila também ocorrem em superfície, semelhantemente ao observado na alta vertente, entretanto, a camada arenosa é mais espessa, indicando que há uma perda de argila mais pronunciada neste setor da vertente. O mesmo ocorre com os horizontes mais profundos (Bw), visto que o teor de argila variou entre as classes de 19 a 24%, apontando para a arenização do perfil.

A partir da sondagem 7 até o sopé da vertente, a perda de argila torna-se mais evidente, sobretudo na sondagem 8, onde identificou-se o Gleissolo. Neste setor da vertente, os teores de argila variaram entre as classes de 9 a 24%, sendo que houve o predomínio absoluto de valores inferiores a 19%. Deve-se mencionar que a arenização do perfil e a presença de gleização que ocorre no sopé, pode estar associado às condições de hidromorfia, que ocasionam na desestabilização das ligações ferro-argila e na saída destes elementos.

Enfatiza-se, neste caso, a perda de argila por consequência do carreamento ou translocação de montante para jusante, promovido pelos fluxos hídricos verticais e laterais, que promoveram transformações nos horizontes pedológicos, também notado por Martins

(2000), em seu estudo no município de Cidade Gaúcha (PR), apresentando o mesmo comportamento nos horizontes superficiais.

De acordo com estas análises, verifica-se que a morfologia da topossequência Torre possibilitou a formação de um sistema pedológico composto por Latossolos do topo até parte do terço inferior da vertente, onde transiciona para o Gleissolo, que ocorre de forma pontual, associada a presença de uma drenagem intermitente. Apesar da morfologia suave ondulada e a reduzida declividade da vertente, condições favoráveis a ocorrência de um sistema pedológico em equilíbrio, nota-se que a atuação dos fluxos hídricos verticais e laterais têm promovido modificações nos horizontes pedológicos. Essas modificações são mais pronunciadas no sopé da vertente, e se associam a perda progressiva de argila que ocorre vertical e lateralmente, com tendência de evoluir de forma remontante.

As transformações da cobertura pedológica tendem a evoluir de forma remontante, conforme observado em diversos estudos realizados em solos do noroeste paranaense (MARCATTO, 2020; ZAPAROLLI; GASPARETTO, 2010; CUNHA, 2002; KARLING, 2000). Karling (2000) verificou um sistema pedológico composto por Latossolo – Areia Quartzosa em Cidade Gaúcha (PR) onde os fluxos verticais e laterais estão promovendo a destruição do horizonte Bw em direção à jusante da vertente, com a consequente arenização da vertente, que evolui de forma remontante.

Desse modo, a topossequência Torre, aparentemente em equilíbrio, evidenciada inicialmente pela presença de Latossolos em toda a sua extensão e pela ocorrência em relevo plano a suave ondulado, revelou por meio do levantamento de campo e das análises granulométricas que ocorre a mobilização de materiais finos e, para tanto, encontra-se em desequilíbrio, com transformações pedogenéticas atuantes. As transformações estão mais evoluídas no sopé da vertente e, a partir do que se observou nos dados e nos trabalhos levantados para a região noroeste do Paraná, possivelmente ocorrerá a evolução dos horizontes pedológicos de forma remontante.

Queiroz Neto (2010) destaca que em sistema pedológico composto por Latossolos que apresentem horizonte A acompanhando a forma da vertente, sobreposto pelo o horizonte B, sendo mais homogêneo e espesso, indicam consequente uma vertente em equilíbrio dinâmico, porém a vertente em questão demonstra que está havendo um rompimento deste equilíbrio no setor mais baixo.

A distribuição de argila ao longo desta topossequência, demonstra íntima relação com a morfologia da vertente, observada através dos dados analisados. A estrita relação entre o sistema pedológico da vertente e a sua morfologia é destaca por Calegari (2000) em seu estudo no município de Nova Esperança-PR, onde observa que em vertentes com formas de relevo mais dissecados os sistemas são mais complexos e compostos por transformações laterais avançadas, enquanto que em vertentes cuja a forma do relevo é mais suave, ocorre sistemas menos evoluídos e mais simples. Gasparetto (1999) também observa esta relação entre os solos e a morfologia da vertente em seu estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises realizadas no decorrer deste trabalho, tanto em campo quanto em laboratório, pode-se observar que a topossequência Torre é composta pelo Latossolo Vermelho de textura média desde o topo até a baixa vertente e por Gleissolo Háplico de textura média no sopé, em relevo plano a suave ondulado. Através das análises que percorreram este trabalho, observou-se variações nos atributos dos solos nos distintos setores da topossequência.

Os dados obtidos com a distribuição das frações granulométricas para cada sondagem evidenciaram que está ocorrendo uma perda gradual de argila ao longo da topossequência. Essa perda de argila ocorre vertical e lateralmente, ocasionando em horizontes superficiais mais arenosos e, em direção ao sopé da vertente, em perfis mais arenosos quando comparados aos do topo.

Desse modo, apesar da topossequência encontrar-se em relevo plano a suave ondulado, onde são favorecidas as condições de equilíbrio para os sistemas pedológicos, verificou-se que estão em andamento transformações nos horizontes pedológicos, que são mais pronunciadas no sopé da vertente. As transformações ocorrem devido às condições de hidromorfia temporária, que possibilitou a formação de um Gleissolo e também pela perda de argila que tende a evoluir de forma remontante, promovendo, ao longo do tempo, novas alterações na composição deste sistema pedológico.

## REFERENCIAS

BOULET, R. Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta: équilibres et déséquilibres pédobioclimatiques. Mém. **ORSTOM**, v.85, 1978, 272 p.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie: 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 O.R.S.T.O.M.**, v.XIX, n.4, p.309-321, 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 O.R.S.T.O.M.**, v. XIX, n.4, p.323-339, 1982b.

BOULET, R. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia**. In: Moniz, A.C. *et al.* (Coord.). A responsabilidade social da Ciência do Solo e os simpósios Microbiologia do solo: só simbioses? e A importância do conhecimento da organização da cobertura pedológica: a análise estrutural. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 79-90, 1988.

CALEGARI, M.R. **Distribuição da cobertura pedológica e o relevo no alto vale do ribeirão Água do São Francisco – Nova Esperança**. 2000. 139 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

CUNHA, J.E. **Funcionamento hídrico e suscetibilidade erosiva de um sistema pedológico constituído por Latossolo e Argissolo no município de Cidade Gaúcha-PR**. 2002. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

EMBRAPA. – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997. 212 p.

EMBRAPA. – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos e Florestas, 2008.

GASPARETTO, N.V.L. **As formações superficiais do Noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá**. 1999. 209 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, 1999.

JABUR, J.C.; SANTOS, M.L. Revisão estratigráfica da formação Caiuá. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.2, n.2, p.91-106, 1984.

KARLING, G. **Estudo da morfologia e estrutura da cobertura pedológica em cabeceira de drenagem na área rural de Cidade Gaúcha.** 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2000.

MARCATTO, F.S. **Os principais sistemas pedológicos derivados das Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina na bacia hidrográfica do Rio Pirapó-PR: Os efeitos do uso e manejo do cultivo da cana-de-açúcar.** 2020. 204 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2020.

MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná.** 2001. Minerais do Paraná, Curitiba. 2001, 125 p. CD ROM.

QUEIROZ NETO, J.P. Análise estrutural da cobertura pedológica: uma experiência de ensino e pesquisa. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 15, p.77–90, 2002.

QUEIROZ NETO, J. P. O papel da pedogênese no modelado do relevo: busca de novos paradigmas. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6, 2010, Coimbra. **Anais [...]**. Coimbra: UC, 2010.

SALOMÃO, F.X.T. **Processos erosivos lineares em Bauru –SP: regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural.** 1994. 200 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, São Paulo, 1994.

SANTOS, L. J. C. Contribuição da análise estrutural da cobertura pedológica ao desenvolvimento da ciência do solo. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, v. 4, p. 131-138, 2000.

SOUZA, C.K. **Relação solo-paisagem-erosão e variabilidade espacial de Latossolos em áreas sob cultivo de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal (SP).** 2001. 186 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2001.

THOMAZ, S. L. Sinopse sobre a geologia do Paraná. **Boletim de Geografia**, ano 2, n.2, p. 7690, 1984.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA – Banco de dados Geomorfométricos do Brasil.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

VELOSO, A. A importância do estudo das vertentes. **Geographia**, v. 4, n. 8, p 1-5, 2002.

VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F. Variabilidade espacial de potencial de erosão das chuvas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 54, p. 405-412, 1995.

ZAPAROLLI, 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.

**Recebido em:** 14/10/2020.

**Aprovado para publicação em:** 28/06/2021.