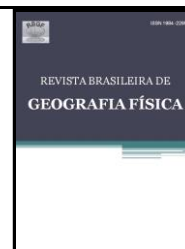




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Caracterização Granulométrica dos Depósitos de uma Vertente em Borda Planáltica Limítrofe como suporte à Compartimentação Local da Paisagem

Michael Vinicius de Sordi¹; Edison Fortes²

¹Mestre em Análise Ambiental do PGE/UEM – Universidade Estadual de Maringá – Av. Colombo, 5790– 87020-900 – Maringá-PR michael.sordi@gmail.com; Autor para correspondência.

²Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, edison-fortes@hotmail.com

Artigo recebido em 05/05/2014 e aceito em 04/08/2014.

RESUMO

O presente estudo se fundamenta na utilização da análise granulométrica como subsídio para a compartimentação da paisagem. O estudo busca entender como se formaram as camadas superficiais existentes ao longo das vertentes da parte norte do Segundo Planalto Paranaense por meio do estudo de uma vertente localizada na bacia hidrográfica do rio São Pedro. A área se localiza na borda planáltica, transição entre o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense, área onde afloram rochas ígneas e sedimentares do Mesozóico e Paleozóico, caracterizada por grande densidade de falhas e fraturas e enxame de diques de diabásio de direção NW-SE, coincidente com o eixo do Arco de Ponta Grossa. Foram realizadas descrições dos depósitos in loco, onde também foram obtidas medidas dos clastos maiores e foi coletado material para análise granulométrica em laboratório. Também em campo foi realizado levantamento topográfico de detalhe utilizando GPS Geodésico, modelo ProMark 200, que permite obter dados horizontais e verticais com precisão milimétrica. As análises granulométricas revelaram a existência de compartimentos na vertente que se diferenciam pela topografia, extensão, mas também por sua composição granulométrica. Os resultados das análises indicaram materiais grosseiros na baixa vertente, níveis argilosos e por vezes cascalhosos à média vertente e níveis bem arenosos na alta vertente. Essa diferenciação indica que os processos de formação dos depósitos e a dinâmica atual e subatual destes é distinta em cada compartimento, demonstrando que a análise granulométrica é uma ferramenta eficiente para auxiliar na compartimentação da paisagem em escalas de análise locais.

Palavras-chave: Análise Granulométrica; Vertente; Compartimentação Topográfica

Grain-size characterization of a hillslope in plateau boundary border as a holder to local compartmentalization of landscape

ABSTRACT

The present study its substantiate in the utilization of the grain-size analysis as a subsidy to the landscape compartmentalization. The study searches to understand how the superficial layers existent along the hillslopes of the north part of the Second Paranaense Plateau were formed by studying a hillslope located at São Pedro river hydrographic basin. The area locates at plateau border, transition between Second and Third Paranaense Plateau, area where outcrop igneous and sedimentary rocks of Mesozoic and Paleozoic eras, characterized by high density of faults and fractures and a dyke swarm of NW-SE direction, coincident with the Ponta Grossa arch axis. Were realized descriptions of the profiles in loco, where were also obtained measurements of the biggest clasts e were collected samples for particle size analysis in laboratory. Also on-site were realized a detail topographic survey utilizing Geodesic GPS model Pro Mark 200. The grain-size analysis revealed the existence of compartments in the hillslope that differentiate by topography, extension, but also by its grain-size composition. The results of the analysis indicate coarse materials in the low hillslope, clayey and sometimes coarse levels at medium hillslope and high sandy levels at high hillslope. This differentiation indicates that process of formation of deposits and actual and subactual dynamics of these its distinct in each compartment, showing that grain-size analysis is an efficient tool to help in the landscape compartmentalization in local analysis scales.

Keywords: Grain-size analysis; Hillslope; Topographic Compartmentalization

Introdução

Basicamente, existem quatro agentes naturais responsáveis pelo transporte das partículas: água, vento, gelo e a força da gravidade. Quando a agente de transporte possui boa capacidade de seleção podem resultar depósitos sedimentares constituídos de areia, argila ou silte puro. Entretanto, quando ocorrem fluxos de massa onde sedimentos de áreas contrastantes convergem, é comum ocorrer uma mistura de materiais das mais diferentes dimensões.

A análise da dimensão de um grão é uma medida da energia do meio deposicional e da energia do local de deposição (REINECK e SINGH, 1980). A composição do depósito também reflete a capacidade do agente deposicional, como por exemplo, a capacidade do vento ou água para mover e depositar partículas.

A granulometria reflete a disponibilidade tipos e tamanhos de partículas de diferentes substratos ou sedimentos preexistentes; a resistência dessas partículas ao intemperismo, erosão e abrasão é evidenciada pelo tamanho dos grãos (FRIEDMAN e SANDERS, 1978).

Desta forma, o presente estudo buscou analisar as características das partículas que compõe as coberturas superficiais ao longo de uma vertente localizada na Serra de São Pedro, região Norte Central Paranaense, onde está posicionada a borda planáltica na transição entre o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense. Secundariamente,

objetivou-se realizar a compartimentação da vertente de estudo através da composição dos diferentes setores.

O estudo da composição granulométrica dos depósitos se constituiu em uma importante ferramenta para inferir sobre os processos deposicionais, as condições ambientais durante a deposição dos materiais e, inclusive, para ajudar a encontrar evidências que ajudem a reconstruir a história evolutiva da vertente de estudo.

Estudos previamente realizados na área da borda planáltica entre o Terceiro e o Segundo Planalto Paranaense têm descrito recorrentes depósitos sedimentares, com diferentes constituições e estruturas (FORTES *et al.*, 2010 e 2011; MANIERI, 2010; SANTOS 2010; COUTO, 2011; CAMOLEZI *et al.*, 2012; VARGAS, 2012). Nenhum desses estudos se focou, no entanto, na análise detalhada desses materiais, apenas descrevendo-os brevemente.

Durante as campanhas de campo foram descritos e analisados sete afloramentos situados ao longo de uma vertente na bacia hidrográfica do rio São Pedro. Foram coletadas amostras em todos os afloramentos para posterior tratamento e análise granulométrica. A análise granulométrica foi efetuada de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

A vertente em questão apresenta um funcionamento complexo, com quebras de declive que dividem patamares, os quais

demonstraram composições granulométricas diferenciadas um dos outros.

Materiais e Métodos

Ab'Saber (1969) definiu três níveis da investigação geomorfológica, a saber: a compartimentação topográfica, o entendimento da estrutura superficial da paisagem e a fisiologia da paisagem. Partindo desse pressuposto, o presente estudo se foca sobre o terceiro nível, que aborda os processos morfoclimáticos e pedogenéticos atuais e subatuais. Com o avanço das técnicas de sensoriamento remoto é possível inclusive uma interação entre o segundo e o terceiro nível propostos por Ab'Saber, associando formas do relevo, formações superficiais, bem como a litoestratigrafia e seu arranjo estrutural, além de correlações com a cobertura vegetal e as características climáticas atuais e elementos indicadores de paleoclimas.

Durante as campanhas de campo foram coletadas amostras representativas em cada um dos perfis, para a realização de análises granulométricas. Também foram descritos os perfis e foi realizada análise faciológica, baseando-se nos pressupostos metodológicos descritos por Miall (1978, 1996).

Em campo, também foi realizado um levantamento topográfico de detalhe por meio da utilização do receptor GPS Geodésico modelo Pro Mark 200. O grande diferencial desse tipo de receptor é a sua capacidade de

rastrear a fase da onda portadora nas duas faixas de frequência da banda L: L1 (1575,42MHz) e L2 (1227,60MHz) (IBGE, 2008). Com o uso deste equipamento foi possível construir um perfil com precisões verticais e horizontais de poucos centímetros.

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR), conforme os procedimentos descritos por Folk (1980).

Em laboratório, as amostras foram secas à temperatura de 40°C (EMBRAPA, 1997). Depois de destorroada e pesada toda a amostra, iniciou-se o processo de peneiramento. No presente estudo foram utilizadas peneiras com abertura de 32mm, 16mm, 12mm, 8mm, 5,66mm, 4mm, 2mm, 1mm, 500 μ , 250 μ , 125 μ , 63 μ e 53 μ . O material retido em cada uma das peneiras foi pesado e armazenado em sacos plásticos.

O material fino (< 2mm) foi submetido à dispersão química por meio da adição de solução de pirofosfato de sódio. A concentração das frações silte e argila foi mensurada a partir de pipetagens. Os dados granulométricos e as medidas estatísticas descritas (moda, seleção e a granulometria) foram geradas no *software Gradistat*, v.8.0 (BLOTT e PYE, 2001) que se trata de uma macro executada no software Excel® da Microsoft®.

A análise da granulometria foi cruzada com os dados faciológicos e topográficos,

tentando estabelecer uma relação entre o modelado do relevo e os depósitos. De acordo com as fácies e as características dos perfis, os processos responsáveis pela deposição desses materiais foram inferidos, tentando-se reconstruir o quadro paleoambiental e evolutivo da área de estudo.

Área de Estudo

A vertente estudada está inserida na área do município de Faxinal, região Norte-

Central Paranaense. Ela está situada no setor médio da bacia hidrográfica do rio São Pedro, nas coordenadas 24°03'20''S; 51°21'50''W. O rio São Pedro é um dos principais afluentes do rio Alonzo ou rio do Peixe, que por sua vez é um afluente do rio Ivaí (Figura 1).

As principais vias de acesso à cidade de Faxinal são as rodovias estaduais PR 272 e PR 445 e rodovia federal BR 376. Está localizada a 330km de distância da capital do estado Curitiba e 130km de Maringá.

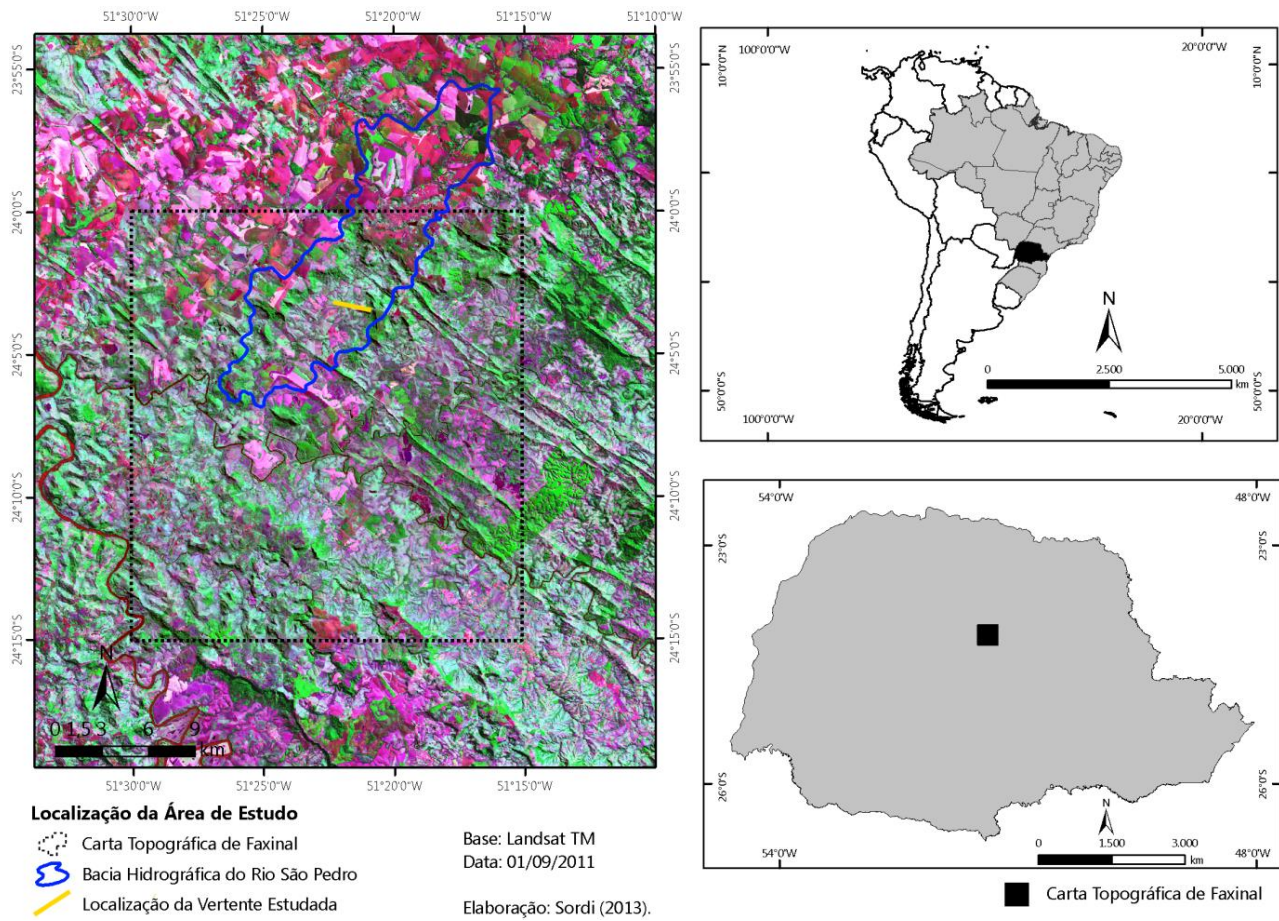


Figura 1. Localização da Carta topográfica de Faxinal, da bacia hidrográfica do rio São Pedro e da encosta, objeto deste estudo

As bordas planálticas se caracterizam por uma grande complexidade do ponto de vista litoestratigráfico. A área de estudo – região de Faxinal (PR) – encontra-se embasada por litologias que datam desde o

Paleozóico até o Mesozóico. São elas da base para o topo: Fm. Rio do Rasto (Grupo Passa Dois - Paleozóico), formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral (Grupo São Bento - Mesozóico), além de coberturas superficiais

inconsolidadas do Terciário e Quaternário, objeto deste estudo.

A Fm. Rio do Rasto aflora desde as médias vertentes até os fundos de vale, e apresenta, na base, registros da passagem de um ambiente marinho para um ambiente continental. Esta formação foi dividida em dois membros por Gordon Jr., (1947): Serrinha (basal) e Morro Pelado (superior) - muito bem diferenciados em campo.

O Membro Serrinha se compõe de arenitos intercalados com siltitos laminados. Os arenitos exibem laminação cruzada por migração de marcas onduladas, laminação cruzada *hummocky* e *swalley*, de cor acinzentada (WARREN *et al.*, 2008).

O Membro Morro Pelado se encontra em contato transicional com o Membro Serrinha. Se diferencia do membro Serrinha por apresentar siltitos de coloração violeta azulado à avermelhado, intercalado por lentes esverdeadas e amareladas, com estratificação plano paralela e aspecto pastilhado. Ocorrem, secundariamente, níveis de argilitos e arenitos.

As formações Pirambóia e Botucatu são compostas por arenitos e não afloram na encosta em questão. A Fm. Serra Geral, que é composta por rochas vulcânicas básicas, máficas, de textura afanítica, é representada na vertente estudada pelos diabásios, que formam extensos diques nessa região.

Geomorfologicamente, a área marca a transição entre o Terceiro e o Segundo Planalto Paranaense, unidades

geomorfológicas delimitadas por Maack (1948). O Terceiro Planalto Paranaense é caracterizado por relevo uniforme, por vezes monótono, formado por colinas baixas. O relevo regional é formado por extensos espigões levemente ondulados, com vertentes convexas, longas e de baixa declividade. Apresenta baixa dissecação, exceto em determinados locais, onde a rede de drenagem está mais entalhada, ou nas cabeceiras dos principais rios, onde se desenvolvem relevos em forma de meia laranja e vertentes convexas com fortes desníveis altimétricos.

O Segundo Planalto Paranaense exibe um relevo formado por extensas áreas planas irrompidas localmente por elevações residuais, sustentadas por diques de diabásio. A erosão diferencial tem importância destacada devido a diferença de resistência entre as rochas sedimentares paleozóicas (áreas planas) e as rochas ígneas e arenitos silicificados do Mesozóico (associadas a altas declividade e escarpamentos).

A área de estudos se encontra no contexto de um enxame de diques de diabásio, de direção preferencial NW-SE. Os diques estão localizados na zona de falha Curitiba-Maringá, posicionada entre os alinhamentos do rio Alonzo e São Jerônimo-Curiúva.

A maior concentração de diques de diabásio nesta área está relacionada à existência do Arco de Ponta Grossa. O Arco de Ponta Grossa é considerado uma das mais importantes e proeminentes estruturas

geológicas presentes na Bacia Sedimentar do Paraná. É uma estrutura arqueada que mergulha suavemente para o interior da bacia, formando uma grande reentrância semi-elíptica que faz aflorar o embasamento no leste do Estado do Paraná e sul do Estado de São Paulo (Cinturão Ribeira) (ZALÁN *et al.* 1987).

O clima se caracteriza por precipitações distribuídas regularmente ao longo do ano, com médias anuais de 1.796 mm (SORDI, 2014, em preparação). Os meses mais chuvosos são os meses do verão – dezembro, janeiro e fevereiro, somam 32% da precipitação anual. O período mais seco corresponde aos meses do inverno: junho, julho e agosto, que correspondem a 15% do volume total.

A temperatura média anual é de 18,6°C. Os três meses mais quentes são janeiro, fevereiro e março, com médias de 21,3° C, 21,2° C e 20,9°C respectivamente. As médias máximas estão acima dos 25°C e as mínimas abaixo dos 18°C. Os meses mais frios são Maio, Junho e Julho, com médias de 16,9°C, 14,9°C e 14,7°C. As médias máximas estão entre 20,9°C, em maio e 19,5°C em julho. As mínimas são de 13,4°C em maio, 11,8°C em junho e 11,4°C em julho (SORDI, 2014, em preparação)

Acompanhando o caráter transitório do clima, a vegetação regional possui grande diversidade. A área está inserida na transição entre a Floresta Ombrófila Mista dividem e a

Floresta Estacional Semidecidual, com predomínio ora de uma, ora de outra.

Atualmente, os fragmentos de floresta originais são pequenos e descontínuos, predominando a pecuária nas áreas mais acidentadas e onde a topografia permite, plantio da cultura da soja e milho. Na encosta de estudo, a pecuária extensiva divide espaço com a monocultura do milho e soja.

Resultados e Discussão

A vertente de estudo possui forma convexo-côncava e apresenta altitudes de 461,95m junto ao rio São Pedro até 690,5m na área do topo (Figura 2). Possui uma extensão de 1.725m, do que resulta uma amplitude de relevo de 228,55m entre a base e o topo dessa encosta, configurando gradiente de 0,13m/m ou 130m/km, e declividade média de 13% (Figura 2).

Na Figura 2, está representada a localização de cada um dos perfis e as fácies existentes em cada um dos afloramentos. Nota-se uma clara diferenciação (das características dos materiais) entre os perfis localizados na baixa, média e alta vertente.

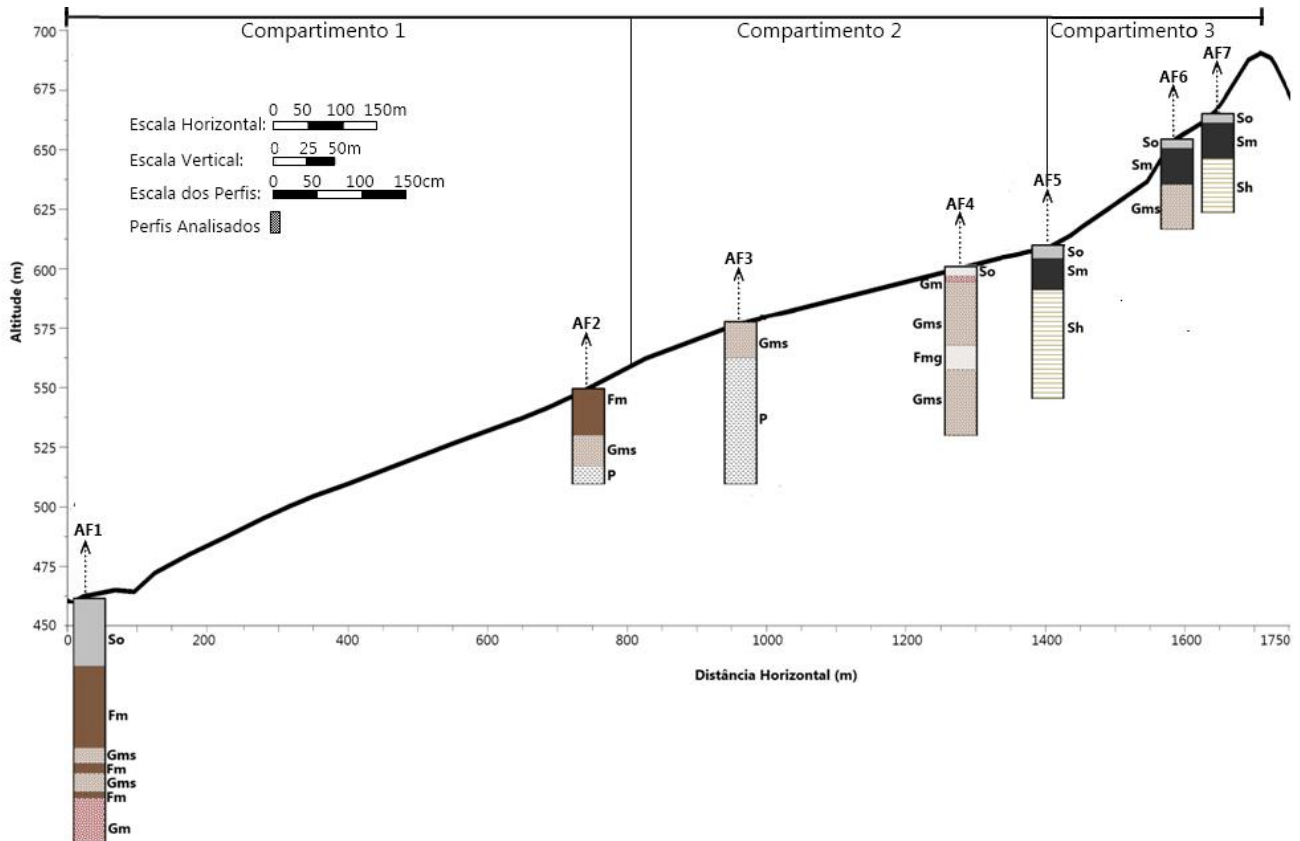


Figura 2. Vertente de estudo, mostrando a localização de um cada um dos 7 afloramentos analisados, com as respectivas fácies existentes

Esta encosta se classifica como uma encosta complexa, exibindo uma série de quebras de ruptura que diferenciam patamares mais retilíneos, bem demarcadas na alta vertente, o que levou a proposição de 3 compartimentos (Figura 2)

O compartimento do topo é o mais complexo, com maior declividade e maior atividade geomorfológica (Figura 2). Ele se estende por cerca de 320m com uma amplitude de 85m, o que resulta em uma declividade média de 27%, ou seja, 266m a cada quilômetro.

Na alta vertente, a maior declividade e o forte controle estrutural foram responsáveis por destacar esse setor (Figura 2), onde se

observam três patamares. Nesse compartimento os processos erosivos são mais intensos e os sedimentos estão sendo transportados continuamente, formando depósitos (AF5, AF6 e AF7) pouco espessos, de partículas finas, arenosas, que comumente se depositam discordantemente sobre as rochas do embasamento.

O compartimento 3 se destaca na morfologia da vertente, em decorrência das fortes rupturas de declive. Apesar da literatura relacionar a gênese dos patamares à paleosuperfícies erosivas, a constituição dos depósitos, formados de materiais finos e inconsolidados, constantemente

remobilizados não permite os relacionar à processos paleoclimáticos de climas secos.

Na média vertente está posicionado no compartimento 2 (Figura 2). Esse compartimento se estende por 580m, com elevação entre 565 e 605m de altitude acima do nível do mar. A declividade média é de 6,9%, com decaimento de 0,069m/km ou 69m/km.

Os depósitos AF3 e AF4, do compartimento 2, se diferenciam dos depósitos do compartimento C3 (AF5, AF6 e AF7), principalmente devido à influência eixo do dique de diabásio, que aflora nesse local. Ocorrem, no compartimento C2, processos de alteração *in situ* dos materiais, inclusive formando pacotes de mais de 1m de solo decapitado (fácies P – AF3) sotopostos a depósitos com clastos polimíticos e no afloramento AF4 ocorre um nível de clastos basálticos (Fácies Gm) sobreposto a fácies com cascalho em avançado estágio de alteração (fácies Gms e Fmg – AF4). Essas características intrínsecas levaram a compartimentação desse setor (Figura 2).

Na baixa vertente está situado a o compartimento 1, que é compartimento inferior da vertente, o qual possui cerca de 800m de extensão (Figura 2). Possui declividade média de 10%, comportando altitudes entre 461,95m e 550m, ou seja, com uma declividade de 0,10m/m ou 10m/km.

O compartimento inferior (Compartimento 1) se caracteriza pela acumulação de sedimentos, formando

depósitos espessos, resultantes de fluxos torrenciais, na base, com níveis de coluvionamento fino nas camadas superficiais.

Essas características granulométricas e sedimentares mostram uma clara diferenciação dos processos de formação desses depósitos, tanto das condições de transporte quanto de deposição. O modelado da vertente, sua declividade, se mostram como um fator primordial para atenuar a diferenciação dos depósitos.

Devido a clara diferenciação entre os materiais de acordo com a posição da encosta, é proposta a compartimentação da vertente, a partir do tipo de material presente em cada um dos depósitos e, como veremos a seguir, os processos associados a deposição desses materiais, que mudam de acordo com o compartimento em que eles estão localizados (Figura 2).

A composição granulométrica de cada uma das fácies presentes nos sete afloramentos descritos está detalhada na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição granulométrica das fácies presentes nos afloramentos estudados

Fração/ Fácies	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Cascalho
Perfil AF1						
So	14,6%	28,3%	50,6%	5,8%	0,6%	0,1%
Fm	22,6%	19,8%	48,8%	8,2%	0,4%	0,2%
Gms	9,5%	14,9%	13,6%	9,8%	4,0%	48,2%
Gm	4,0%	7,8%	9,7%	7,3%	1,5%	69,7%
Perfil AF2						
Fm	13,1%	29,3%	53,2%	2,7%	0,4%	1,4%
Gms	11,7%	19,0%	37,2%	1,9%	0,1%	30,0%
P	20,9%	33,5%	43,3%	1,4%	0,4%	0,5%
Perfil AF3						
Gms	20,4%	7,5%	3,2%	0,4%	0,2%	68,3%
P₂	57,2%	23,6%	14,5%	1,8%	1,2%	1,8%
P₁	70,4%	23,0%	5,7%	0,6%	0,3%	0,0%
Perfil AF4						
Fr	37,2%	37,4%	4,6%	2,0%	0,2%	19,9%
Gm	8,72%	8,76%	1,07%	0,17%	0,05%	81,22%
Gms	14,7%	23,8%	19,5%	3,5%	0,5%	37,9%
Fmg	40,0%	31,2%	4,0%	0,8%	0,2%	23,9%
Gms	25,7%	20,4%	3,1%	0,5%	0,0%	50,1%
Perfil AF5						
So	9,2%	22,9%	60,1%	7,1%	0,6%	0,0%
Sm	15,4%	23,5%	55,2%	5,9%	0,0%	0,0%
Sh	13,4%	22,6%	57,5%	6,5%	0,0%	0,0%
Perfil AF6						
So	2,1%	13,0%	53,5%	6,6%	0,1%	24,7%
Sm	6,2%	19,5%	63,9%	4,2%	0,0%	6,3%
Gms	3,8%	12,9%	44,5%	3,7%	0,0%	35,1%
Perfil AF7						
So	11,2%	18,8%	55,6%	13,5%	0,9%	0,0%
Sm	7,2%	18,5%	63,9%	4,5%	0,0%	6,0%
Sh	9,0%	19,3%	58,3%	3,7%	0,0%	9,7%

Na alta vertente os depósitos são compostos por areias finas e médias. No perfil 5, o somatório total das areias representa sempre mais de 60%, sendo a maior concentração no nível superficial (fácies So) (Tabela 1).

O perfil AF6 apresenta maior quantidade de cascalhos, porém a areia continua representando a fração principal (Tabela 1). A fácies Sm, intermediária apresenta a maior concentração de areias, assim como o perfil AF7. Esses três perfis, localizados à média-alta e alta vertente

apresentam claramente uma correlação, com constituições muito parecidas, inclusive com pacotes de espessura semelhante, com tendência ao espessamento no perfil AF5 que está localizado à jusante da ruptura de declive e por isso apresenta maior espessura.

No compartimento 2, a constituição dos depósitos muda radicalmente. A fração fina (argila e silte) passa a predominar, e a fração areia, presente em todos os demais compartimentos, é praticamente insignificante (Tabela 1). No perfil AF3, no nível basal (P) a fração fina chega a corresponder a mais de 93% do total, diminuindo para cerca de 80% na porção superior (Tabela 1).

No perfil AF4 as características são parecidas, porém a fração cascalho é bem representativa, desde os níveis inferiores. Em nenhuma das fácies, à exceção da fácies Gms, intermediária, ocorrem areias em proporções maiores que 7% (Tabela 1).

Na baixa vertente, marcadamente no AF1, ocorre depósito espesso, de mais de 250cm de espessura. Esse é o compartimento de acumulação da vertente propriamente dito. Nesse afloramento os materiais rudáceos (fácies Gm e Gms) estão mais bem representados, formado uma camada de cerca de 1m, intercalada por materiais finos que constituem a fácies Fm. A fácies Gms encontra um nível correlato no AF2, porém não tão bem conservado quanto no perfil junto ao rio São Pedro.

Nas camadas superficiais ocorrem materiais finos (fácies Fm e So) que se

caracterizam por uma mistura de materiais de várias granulometrias, porém com predomínio de areias finas (53,2 % na fácies Fm do AF2, 48,8% na fácies Fm do AF1 e 50,6% na fácies So do AF1) (Tabela 1). O silte e a argila também constituem porções consideráveis, que quando somadas sempre ultrapassam os 40% (Tabela 1).

Para melhor representar a distribuição granulométrica de cada uma das fácies presentes nesses depósitos foi aplicada a metodologia proposta por Folk (1954). A base desta metodologia é um diagrama triangular, no qual são inseridas as proporções de cascalho (material maior que 2mm), areia (material entre 0,0625 e 2mm) e lama (definido como material com menos de 0,0625 mm, ou seja, silte e argila) (Figura 3). De acordo com a proporção relativa desses 3 constituintes 15 grupos texturais foram definidos por Folk (1954).

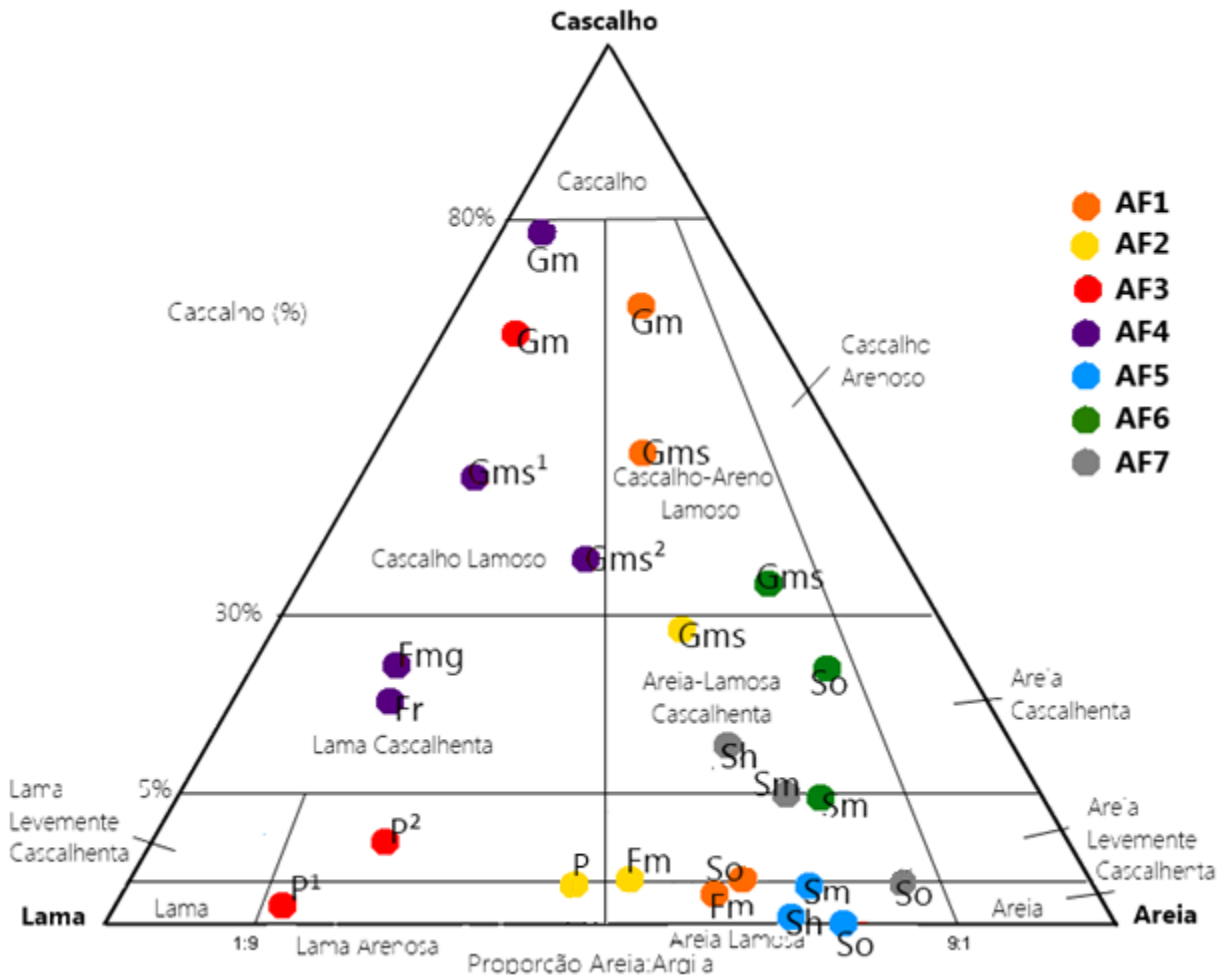


Figura 3. Diagrama Triangular de Folk (1954) onde estão representadas as 24 amostras (alocadas em 7 afloramentos)

A análise de granulometria modal revela uma diminuição do tamanho da moda de jusante para a montante. Os depósitos mais grosseiros estão localizados na média e baixa encosta, nos perfis 1 a 4, basicamente. Nos perfis 5,6 e 7 as frações grosseiras são mais raras (Figura 3).

Das 24 fácies encontradas, 12 delas possuem porcentagem de cascalho acima dos 5%. O caráter torrencial dos fluxos que originaram estes depósitos é corroborado também na análise do diagrama triangular.

A presença de areias, argila e silte em proporções consideráveis em todos os perfis analisados (Figura 3) atestam a baixa capacidade de seleção dos processos que atuaram no transporte e deposição desses materiais.

Das amostras trabalhadas (24), 15 delas, quase 2/3 possuem maior concentração da fração areia em relação à lama (argila e silte) (Figura 3). Essa característica está diretamente associada à oferta de materiais na vertente, que é embasada por arenitos finos e

siltitos da Fm. Rio do Rasto. Nos locais onde há influência do dique de diabásio, as argilas passam a predominar (perfis 3 e 4).

As amostras, mesmo aquelas arenosas, se concentram próximo ao centro do triângulo, o que indica que, o meio de transporte dos sedimentos era turbulento, resultando em depósitos com seleção extremamente pobre dos grãos.

A lama predomina nos perfis 2, 3 e 4, onde ocorrem as fácies P, Fr, Fm, Fmg, Gms e Gm. Os perfis 3 e 4 estão sobre clara influência do eixo do dique de diabásio, por isso tem na fração argila a principal fração constituinte do depósito. Normalmente ocorrem associados a níveis com bastante cascalho – caso das fácies Gm, Gms e Fmg.

Os perfis 1 e 2, localizados nos setores inferiores da encosta são compostos por materiais de diversas granulometrias, por isso no diagrama eles se situam próximo ao centro do triângulo, pois não há predominância de uma fração ou outra. Por vezes ocorrem até frações mais grosseiras (Gm e Gms).

Já os perfis situados a média e alta encosta (5 a 7), caracterizam-se pela predominância da fração areia (fácies Sm e So) e também uma fácies com mais quantidade de cascalho (Gms), que ocorre na base do perfil 6.

Essa clara diferenciação entre as amostras baixa encosta (perfis 1 e 2), média encosta (perfis 3 e 4) e as amostras da alta encosta (amostras dos perfis 5,6 e 7) aponta para a existência de dinâmicas e processos

diferenciados nesses setores, seja através de aumento da intensidade dos processos na média/baixa vertente, seja pela diferenciação de processos geomorfológicos entre esses compartimentos (erosão na parte alta e deposição nos setores inferiores).

Mesmo sem dados cronológicos precisos, é possível inferir também diferentes idades para os depósitos, de acordo com o setor da vertente em que eles ocorrem. Os depósitos de partículas finas foram formados por eventos contínuos e mais recentes, provavelmente ao longo do Quaternário. Os depósitos de cascalho e partículas mais grosseiras estariam associados a eventos mais antigos, de idade ainda não determinada e que possivelmente seja resultado de eventos de retrabalhamento de depósitos ainda mais antigos.

Na média vertente, a presença de horizontes pedogeneizados decapitados mostra que nesse setor vem se desenvolvendo processos verticais por um período de tempo considerável, porém são mais jovens que os espessos depósitos que ocorrem na margem do rio São Pedro, no AF1, compartimento 1.

Na alta vertente a menor espessura dos depósitos e suas características sedimentares e composicionais – materiais arenosos, com melhor seleção – corroboram a afirmação de que se tratam de depósitos imaturos, jovens. Desta forma, teríamos uma distribuição dos depósitos jovens no topo e materiais mais antigos na média e base da encosta, sendo

que, na base, os materiais já foram re-trabalhados e re-depositados.

Conclusões

As análises granulométricas corroboram as análises dos produtos de sensoriamento remoto (imagens aéreas e de satélite, dados de radar) e estudos previamente realizados, que mostram que a evolução da borda planáltica na transição do Segundo para o Terceiro Planalto Paranaense foi fortemente influenciada por processos erosivos que desencadearam eventos de fluxo torrencial de detritos e queda de blocos.

Comumente, o valor do tamanho do grão de maior ocorrência é utilizado como uma medida da competência do agente de transporte. Este parâmetro, isoladamente, ressalta as características dos depósitos: pouco selecionados e com diâmetros variados, com pouca ou nenhuma seleção, sem qualquer organização, ou seja, fluxos tipicamente torrenciais.

Desta forma, propõe-se aqui uma evolução do modelado regional a partir de movimentos de massa em climas semelhantes ao atual, com possíveis câmbios de umidade. A hipótese da existência de antigas superfícies de aplainamento não é descartada, porém indícios relacionados a essas superfícies não foram encontrados no presente estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos para Michael Vinicius de Sordi durante o período de 05/2012 à 02/2014.

Referências

- Ab`Sáber, A.N. (1969). Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. São Paulo, Geomorfologia, n. 18, p.1-23.
- Blott, S.J., Pye, K. (2001). Gradstat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms, n. 26, p. 1237–1248.
- Camolezi, B. A.; Fortes, E. ; Manieri, D. D. (2012). Controle estrutural da rede de drenagem com base na correlação de dados morfométricos e morfoestruturais: o caso da bacia do ribeirão São Pedro, Paraná. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 13, p. 201-211.
- Couto, E. V. (2011). Influência morfotectônica e morfoestrutural na evolução das drenagens nas bordas planálticas do alto Ivaí – rio Alonzo – Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, (UEM), Maringá (PR), 92 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) (1997). Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, 212p.
- Friedman, G. M; Sanders, F. E. (1978). Principles of sedimentology. Wiley, New York, 792p.
- Folk, R.L. (1954). The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. Journal of Geology, v. 62, n. 4, p. 344-359.
- Folk, R.L. (1980). Petrology of sedimentary rocks. 2.ed. Austin, Hemphill Publ. Co., 184p.
- Fortes, E. ; Oliveira, S.B.; Volkmer, S. (2010). Aplicações da Técnica de Seppômen na Análise Paleoclimática e Morfoestrutural: o caso da bacia do rio São Pedro - Faxinal -

- PR. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Íbero Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra - Portugal. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/ind5>>, p.01-12.
- Fortes, E.; Sordi, M.V.; Camolezi, B.A.; Volkmer, S. (2011). Controle Morfoestrutural e Tectônico da Evolução dos Depósitos de Fluxos Gravitacionais da bacia do ribeirão Laçador - Paraná - Brasil: Uma Abordagem Preliminar. In: III Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e III Encontro do Quaternário Sulamericano, Armação dos Búzios, Anais ... v. 1, p. 345-349.
- Gordon Jr., M. (1947). Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Notas Preliminares e Estudos, DNPM/DGM, Rio de Janeiro n. 38, p.1-20.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2008). Recomendações para levantamentos relativos estáticos – GPS. Rio de Janeiro. 1º ed , 28p.,. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/recom_gps_internet.pdf>, acesso em 20/06/2013.
- Maack, R. (1948). Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. Curitiba, Arquivos de Biologia e Tecnologia, v.2, p.102-200.
- Manieri, D. D. (2010). Comportamento morfoestrutural e dinâmica das formas do relevo da bacia hidrográfica do rio São Pedro Faxinal PR. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, (UEM), Maringá (PR), 89 p.
- Miall, A.D. (1977). A review of the braided river depositional environment. *Earth Science Reviews*, v. 13, n. 4, p. 1-62.
- Miall, A. D. (1996). The geology of fluvial deposits – Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology . Berlin: Springer-Verlag, 582p.
- Reineck, H.E.; Singh, I.B. (1980). Depositional sedimentary environments, Springer-Verlag, Berlin, 549 p.
- Santos, F. R. (2010) Condicionamento morfoestrutural do relevo e neotectônica da bacia hidrográfica do Bufadeira – Faxinal/PR. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, (UEM), Maringá (PR), 46p.
- Vargas, K.B. (2012). Caracterização morfoestrutural e evolução da paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Água das Antas - PR. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, (UEM), Maringá (PR). 103 p.
- Zalán, P.V.; Wolff, S.; Conceição, J.C.J.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, O.A. (1987). Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, 3, Curitiba. Atas, SBG, v.1, p. 441-477.
- Warren, L. V.; Almeida, R. P.; Hachiro, J.; Machado, R.; Roldan, L. F.; Steiner, S. S.; Chamani, M. A. C. (2008). Evolução sedimentar da Formação Rio do Rastro (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n. 2, p. 213-227.
- Wentworth, C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, v. 30, p. 377-392.