

# Diferenciação dos solos em duas topossequências sobre rochas basálticas no norte-central paranaense

## Soil differentiation in two toposequences developed from basaltic rocks in North-Central region of the Paraná State, Brazil

Marcos Aparecido Gonçalves<sup>1</sup>; Tiago Santos Telles<sup>2</sup>; João Henrique Caviglione<sup>3</sup>; Alexandre Urbano<sup>4</sup>; João Tavares Filho<sup>5\*</sup>

### Abstract

Em regiões com ocorrência de derrames basálticos, variações na granulometria e na composição da rocha, devido à segregação magmática e a sobreposição dos derrames, produzem relevos característicos, com influência sobre os atributos físicos e químicos do solo. Nesse contexto, o trabalho foi conduzido com o objetivo de caracterizar duas topossequências tendo como embasamento rochoso o basalto, buscando identificar a influência de suas variações na formação do solo, nos atributos morfológicos e na distribuição destes ao longo da vertente. O estudo foi realizado em uma área do Terceiro Planalto do Paraná, na Formação Serra Geral. Foram estabelecidas duas topossequências com transectos equidistantes 2.000 m, ambas com mesmo sentido (sudoeste-nordeste), porém distintos quanto ao relevo e material de origem. Denominou-se vertente relevo ondulado (VRO) e vertente relevo suave ondulado (VSO), nas quais foram realizadas descrição morfológica dos perfis com identificação das classes de solo, análises químicas e a mineralogia da fração argila. Os resultados permitiram concluir que a dinâmica interna e o processo de segregação magmática foram os principais responsáveis pelas formas de relevo e pelo tipo de rocha formada, com significativa variação do solo formado quando da ocorrência de variações em uma mesma rocha. As formas do relevo e a diferenciação do basalto tiveram importância significativa na evolução e distribuição de solos na vertente com horizontes B distintos, nominados no trabalho de B nítico e B latossólico.

**Palavras-chave:** Relevo, material de origem, Nitossolo, dinâmica interna

### Resumo

In regions where there were basaltic rocks formation due to magmatic flows, variation in particle sizes and rock composition determine characteristic reliefs influencing chemical and physical attributes. The aim of the article was to characterize two different toposequences over basaltic rock basis, in order to identify the influence of their variation in soil formation, morphological properties and their distribution along the slope. The study was carried out in the Third Plateau of Parana State, Brazil, at Serra Geral geological formation, There were chosen two toposequences in equidistant 2000m parallel transects in southwest-northeast direction with different relief and rock composition and features. It was named

<sup>1</sup> Engº Agrº, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, DF. E-mail: marcos.goncalves@mda.gov.br.

<sup>2</sup> Pesquisador B do Instituto Agronômico do Paraná, IAPAR, Londrina, PR. E-mail: telles@iapar.br

<sup>3</sup> Pesquisador do IAPAR, Londrina, PR. E-mail: caviglione@iapar.br

<sup>4</sup> Prof. do Deptº de Física, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: aurbano@uel.br

<sup>5</sup> Prof. Associado C, Deptº de Agronomia, UEL, Londrina, PR. E-mail: tavares@uel.br

\* Autor para correspondência

undulated relief slope (VRO) and gently undulated relief slope (VSO) in which there were carried out profile morphological description with soil classes identifying, chemical analysis and clay mineralogical analysis. The results permitted to conclude that the internal dynamic and the magmatic segregation process were responsible for relief shapes and rock types formed with significant variation in soil types according variation in composition in the same rock, Both relief shapes and basalt differentiation had strong influence in soil evolution level and soil type distribution along the slopes with distinct B horizons, Nitic B and Latosolic B.

**Key words:** Relief, parental rock material, Nitosol, internal dynamics

## Introdução

Em regiões com ocorrência de derrames basálticos, variações na granulometria e na composição da rocha, devido à segregação magmática e a sobreposição dos derrames, produzem relevos característicos (BELLIENE et al., 1986; THOMAZ, 2008), com influência sobre os atributos físicos e químicos do solo. Além disso, o relevo, que regula o escoamento superficial, a drenagem e a movimentação vertical e horizontal da água, tem influência no tempo de exposição dos materiais à ação do intemperismo (MILNE, 1935; RUHE, 1956; CAMPOS et al., 2010) e nas alterações dos atributos do solo, favorecendo a identificação de superfícies geomorfológicas, genética e evolutivamente interdependentes (BOCKHEIM et al., 2005).

A disposição do relevo além de influenciar a dinâmica da água (PACHEPSKY; TIMLIN; RAWLS, 2001; VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005), favorece o mecanismo de translocação (SILVA et al., 2007; COOPER; VIDAL-TORRADO; GRIMALDI, 2010), os quais podem influenciar os teores das frações orgânicas, a espessura do solo (SOUZA JÚNIOR; DEMATTÊ, 2008) e a saturação por bases (CAMPOS et al., 2007; SANTOS et al., 2010).

O substrato rochoso tem grande influência na formação do solo, visto que rochas diferentes levam a formação de solos distintos. Ademais, sabe-se que a distribuição regional predominante dos solos se dá de acordo com as características geológicas. No entanto, nem sempre é clara a influência deste fator em tal processo e nas

variações dos atributos dos solos, principalmente quando o material de origem é heterogêneo.

Nesse contexto, o trabalho foi conduzido com o objetivo de caracterizar duas topossequências tendo como embasamento rochoso o basalto, entre os municípios de Bela Vista do Paraíso e Alvorada do Sul, no estado do Paraná, buscando identificar a influência de suas variações na formação do solo, nos atributos morfológicos e na distribuição destes ao longo da vertente.

## Material e Métodos

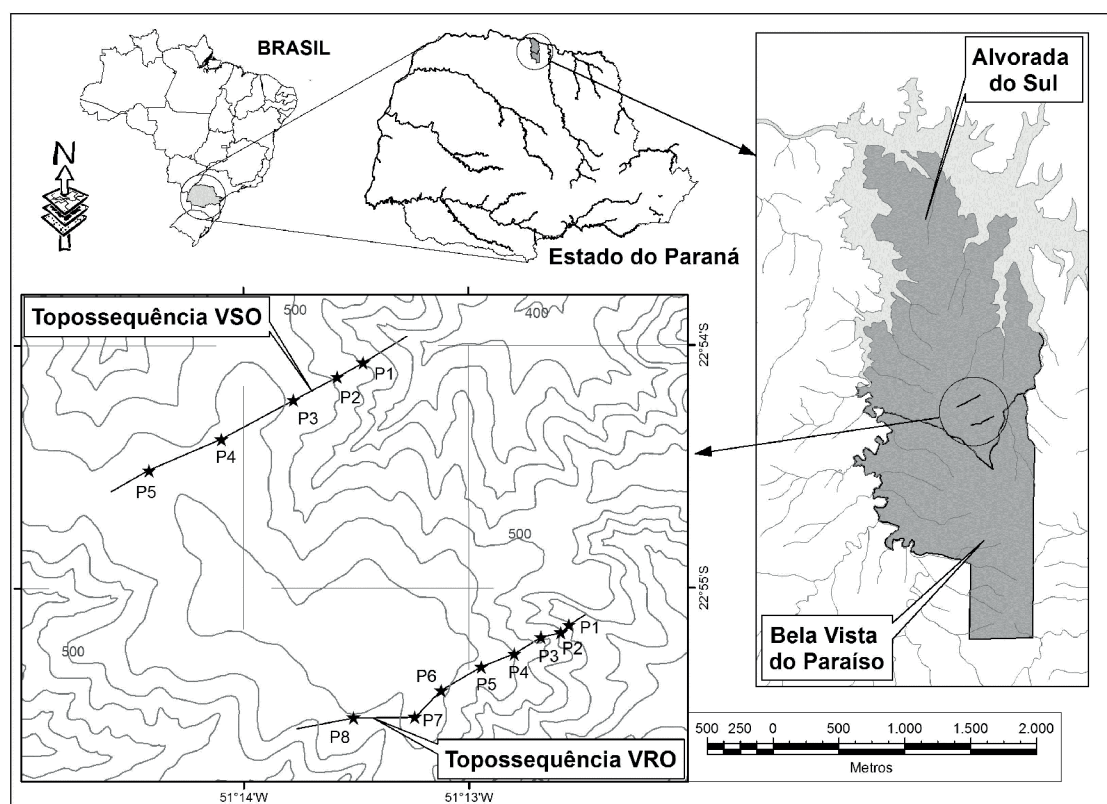
O estudo foi realizado em uma área de 1.055 ha, localizada no Terceiro Planalto do Paraná, na Formação Serra Geral, entre os municípios de Bela Vista do Paraíso e Alvorada do Sul (22°55'S; 51°13'O) (Figura 1), tendo como embasamento rochoso lavas basálticas, e material de origem produto da alteração das rochas oriundas deste derrame e de materiais coluviais. Nas partes mais altas, são observados vestígios de material sedimentar de rochas areníticas suprajacentes (Arenito Caiuá), sem a presença da rocha. O clima, segundo classificação de Köppen, é Cfa, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, porém, sem estação seca definida. A precipitação média anual é de 1.588 mm.

Foram estabelecidas duas topossequências com transectos equidistantes 2.000 m, Ambos com mesmo sentido (sudoeste-nordeste), porém distintos quanto ao relevo e material de origem. Denominou-se vertente relevo ondulado (VRO) e vertente relevo suave ondulado (VSO) (Figura 1).

A VRO com 2.500 m de extensão, altitude média de 505 m, relevo ondulado (declividade média entre 10 - 12%) no segmento inferior (primeiros 700 m) e suave ondulado (declividade média entre 4 - 6%) no segmento superior (1.100 m posteriores). Próximo ao curso d'água é ocupada por mata em estado intermediário de regeneração e nas demais

áreas, pastagem, frutíferas e culturas anuais. A VSO possui 2.000 m de extensão, altitude média de 497 m, sentido sudoeste-nordeste, relevo suave ondulado e declividade média de 6% em toda sua extensão, A área é utilizada principalmente com culturas anuais, com pequeno segmento ocupado por pastagem.

**Figura 1.** Localização da área de estudo, com detalhe dos transectos, da topografia local e da posição dos perfis.



**Fonte:** Elaboração dos autores.

Tradagens equidistantes no máximo em 100 m foram feitas ao longo dos transectos para a delimitação das principais variações quanto às classes de solos, sendo observadas também as características do relevo. Foram identificadas as unidades litológicas subjacentes em cada segmento. Em seguida, foi aberta uma trincheira em cada segmento do relevo, ou local representativo da unidade de solo dominante, para delimitação e denominação de distintas unidades geomorfológicas.

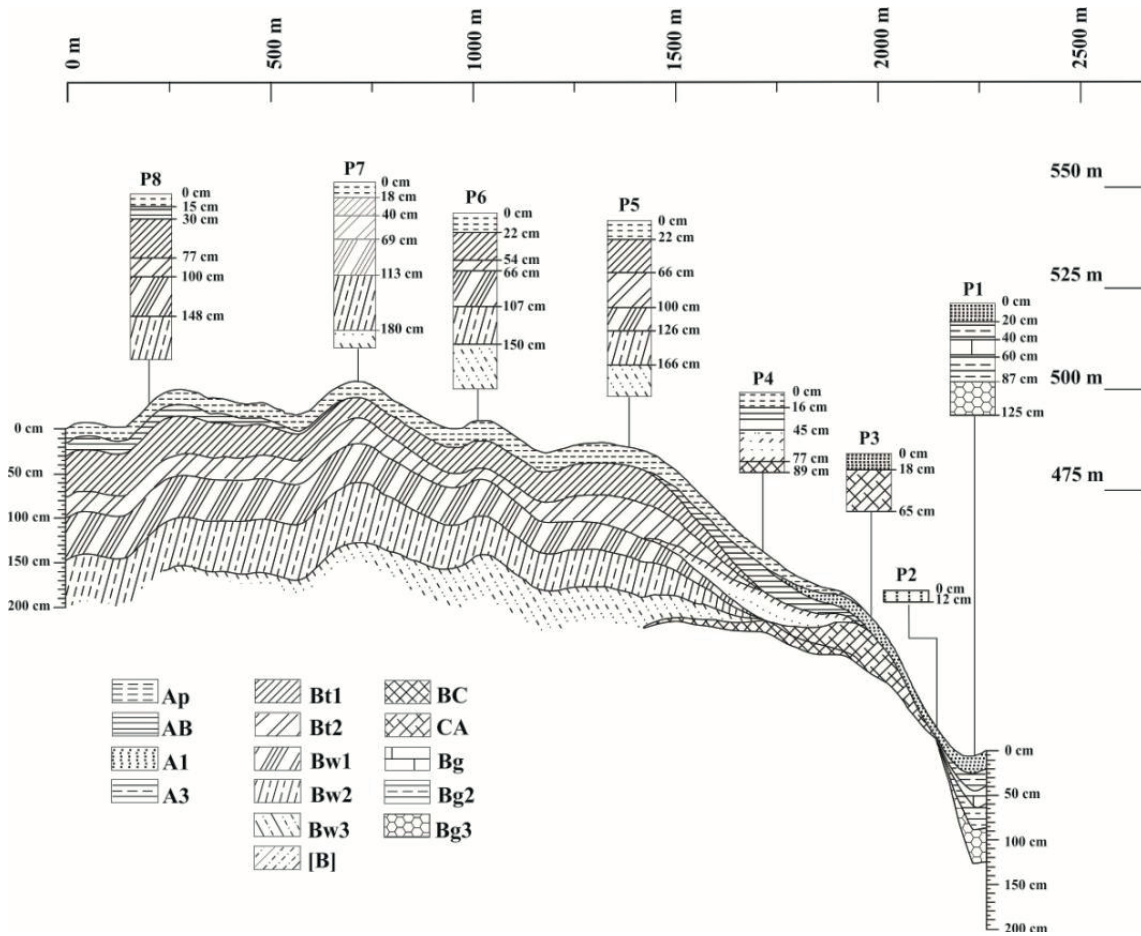
Tais perfis estão representados nas Figuras 2 e 3, bem como a disposição destes na toposequência, e a distribuição dos horizontes, de modo a descrever a paisagem pedológica nos dois transectos.

As trincheiras foram abertas com dimensão de 2,0 x 1,0 x 1,0 m (comprimento, largura e profundidade, respectivamente), onde foi realizada a delimitação dos horizontes e sub-horizontes com a descrição morfológica do perfil (SANTOS et al., 2005). Após a descrição morfológica dos perfis,

amostras foram coletadas em todos os horizontes para as análises químicas, como determinação dos teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, C e pH (EMBRAPA,

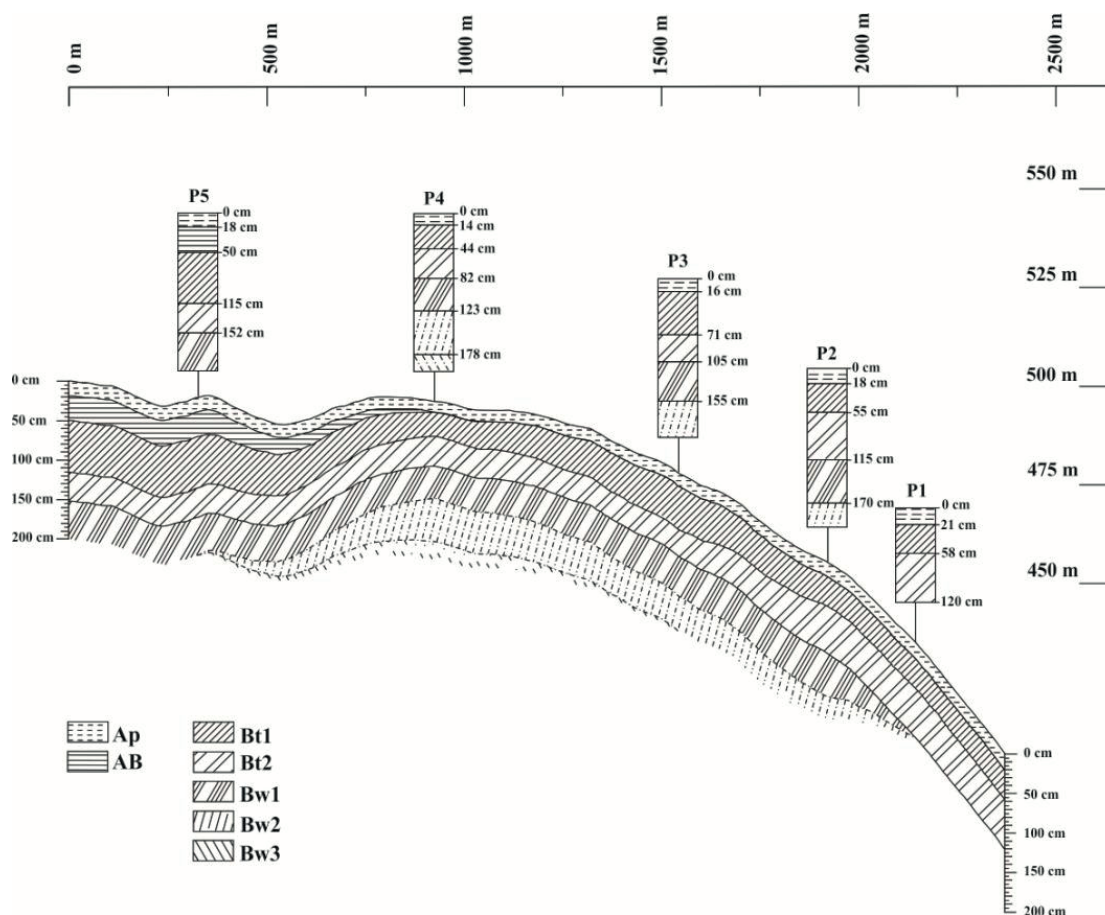
1997). Além disso, foram calculados a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%).

**Figura 2.** Esquema da topossequência VRO com a representação e a disposição dos perfis.



Fonte: Elaboração dos autores.



**Figura 3.** Esquema da toposequência VSO com a representação e a disposição dos perfis.

Fonte: Elaboração dos autores.

Também foi realizada a análise de Difração de Raios X da fração argila (< 2 um) dos horizontes representativos de cada vertente, após esta fração ser separada por sedimentação (EMBRAPA, 1997). As análises foram realizadas sob geometria Bragg-Brentano, passo angular de 0,05 ° a cada 5 s (0,01 %/s), radiação de cobre  $K_{\alpha}$  ( $\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$ ), tensão de 40 kV, corrente de 50 mA.

Os perfis foram classificados até o quarto nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS et al., 2006).

## Resultados e Discussão

### Relevo e material de origem

A VRO apresenta relevo variável, sendo a parte inferior do relevo de classe de relevo ondulado, e os solos na sequência são rasos, mesmo nas áreas de baixa declividade (2-4%). No primeiro segmento da vertente o relevo muda constantemente de regiões planas (P1 e P3) para regiões declivosas (P2 e P4) (Tabela 1), e ocorrem os Neossolos, com predominância dos Regolíticos; e Gleissolo, na margem do curso d'água em relevo plano (Figura 2). Observa-se diferenciação na evolução do solo devida ao relevo, e ocorrência de solos jovens em locais planos; provavelmente, o material de origem está condicionando a intensidade do intemperismo e a pedogênese.

Quanto ao material de origem, no segmento inferior da VRO, ocorre principalmente basalto amigdaloidal e vesicular bastante resistentes (Tabela

1). De forma pontual, são observadas formas estruturais vítreas, semelhante ao observado na região amigdaloidais associadas com arenito, formando por Petri e Fulfaro (1983) e Belliene et al. (1986).

**Tabela 1.** Declive, altitude, uso, vegetação e material de origem dos perfis analisados nas toposequências (VRO e VSO).

Perfil	Declive %	Altitude m	Uso	Vegetação	Material de origem
VRO - vertente relevo ondulado					
P1 <sup>(1)</sup>	2	463	preservação permanente	mata estágio intermediário	basalto vesicular e mat, coluvial
P2	20	470	reserva legal	mata estágio intermediário	basalto vesicular e amigdaloidal
P3	4	492	agricultura	culturas anuais	basalto vesicular e amigdaloidal
P4	15	513	agricultura	culturas anuais	basalto vesicular e amigdaloidal
P5	4	532	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico
P6	5	542	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico e arenito
P7	2	548	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico e arenito
P8	5	538	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico e arenito
VSO - vertente relevo suave ondulado					
P1	10	472	pecuária	pastagem plantada	basalto fanerítico
P2	8	488	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico
P3	6	513	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico
P4	5	525	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico e arenito
P5	2	530	agricultura	culturas anuais	basalto fanerítico e arenito

<sup>(1)</sup> Sequência dos perfis da parte mais baixa para a mais alta.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Considerando, neste caso, que as feições do relevo decorrem dos eventos magmáticos que geram segregação, as rochas originadas podem apresentar comportamento diferenciado frente ao intemperismo e às alterações no relevo. Como no local do estudo foram verificadas formas vesiculares e amigdaloidais, concomitante com relevo em degraus, há evidencia da sobreposição dos derrames e da diferenciação magmática. Tal fato já havia sido observado em outras áreas de basalto, por Thomaz (2008) em Guarapuava (PR) e Nascimento e Gorayeb (2004), no noroeste do Ceará (CE). Devido as variações do basalto, ocorrem variações de resistência ao intemperismo e à ação da erosão, portanto, com menor intensidade de desenvolvimento do solo e formação de Neossolos Regolíticos, em relevo relativamente plano. Isso porque, os basaltos amigdaloidais e vesiculares

nesta área se caracterizam por apresentar amígdalas e vesículas preenchidas por quartzo e epidoto, o que justifica sua maior resistência ao intemperismo (SILVA, 1991).

Os processos erosivos e de intemperismo, atuando em materiais diferenciados apresentam intensidade e velocidade de formação dos solos distintas, interagindo com as diversas formas de relevo. As feições côncavas e convexas do segmento inferior da VRO (Figura 2) resultam de diferenças no material de origem e relevo, em função de processos de dinâmica interna, e não apenas pela ação dos processos erosivos como relatado por Guerra e Cunha (2009).

No segmento superior da VRO é observado relevo uniforme apresentando-se suave ondulado e tendo como material de origem basalto (Tabela

1). Nesse segmento os solos são mais profundos e desenvolvidos, no entanto no segmento inferior da VRO ocorre transição de Neossolo para Cambissolo e, finalmente para Nitossolo, na parte mais alta e de relevo suave ondulado. Ademais, esta seção da toposequência apresenta resquícios do Arenito Caiuá, visto que as formações Serra Geral e Caiuá estão em contato (MAACK, 2001; 2002). No entanto, o arenito foi exumado e os solos formados tem influência predominante do material basáltico e menor do arenito suprajacente. Esse fenômeno pode ser observado em vários locais na região, onde ocorre o arenito nas partes mais altas, tal como na cidade de Bela Vista do Paraíso, PR (22°55'S; 51°13'O).

Na VSO, onde não há diferenciações no basalto, mas apenas contribuição do arenito na parte superior da vertente, o relevo é suave, tendo maior declividade apenas próximo ao curso d'água. Nesta toposequência a composição pedológica é mais uniforme e com pequenas variações (Figura 3).

A condição inicial do relevo da VSO, aliada ao material de rápido intemperismo e em condições propícias ao intemperismo em relação ao encontrado na VRO, pode explicar o maior grau de pedogênese. Ademais, na VRO o basalto amigdaloide aflora em áreas de maior declividade, favorecendo a erosão. Na VSO, mesmo considerando sua textura mais afanítica, os solos se desenvolvem em superfície mais aplainada, favorecendo maior percolação vertical e menores perdas horizontais laterais, ou seja, estes solos podem ter evoluído por um tempo maior, resistindo mais a ação dos processos erosivos. Também é notável a diferença quanto ao sistema de drenagem dos dois compartimentos da vertente VRO e na VSO. Na parte mais alta e plana da VRO e na VSO há poucas ravinas e nascentes. Já no segmento inferior da VRO o relevo é diferenciado, sendo observada numerosa rede de ravinas e nascentes, onde os solos são rasos, fato também já observado por Demattê e Demetrio (1996) em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas ácidas na região de Guarapuava (PR).

O relevo ondulado decorre da dinâmica interna e da sucessão dos eventos magmáticos, como também observado por Thomaz (2008) em uma vertente em área de basalto no município de Guarapuava (PR). Assim, esse processo referente ao material de origem teria definido o relevo e influenciado a formação dos solos, além da composição do substrato rochoso e suas características físicas, reduzindo a intensidade de erosão e a ação do intemperismo. Portanto, os processos geomorfológicos de dinâmica interna foram tão importantes quanto o intemperismo e os processos erosivos na definição do relevo e na pedogênese.

#### *Morfologia do solo*

Quanto à profundidade dos solos (Tabela 2), os quatro primeiros perfis da VRO são rasos e não possuem limitações de drenagem e retenção de água. Nos demais perfis, nas duas vertentes os solos são profundos e não têm tais limitações.

Estudando a morfologia dos solos foi observada presença de um horizonte Bt logo após um horizonte A ou AB, o qual lembra as características de um horizonte B nítico, principalmente com relação à cerosidade. Nesse sentido, foram denominados B nítico (Bn) e demais subdivisões, sendo o Bn1 o horizonte nítico diagnóstico propriamente dito. Exceto no perfil 1 da VSO, onde todos os sub-horizontes apresentam atributos de Bn.

A disposição e espessura dos horizontes nos solos variam com a posição na vertente. A espessura do horizonte Bn varia de 0,51 m (VRO, P8) até 1,02 m (VSO P5) (Tabela 2 e Figuras 2 e 3). O Perfil 8 da VRO, apresentou a menor espessura de horizonte Bn e se encontra no topo da vertente em relevo suave ondulado. Estas condições propiciaram maior desenvolvimento do solo, com ocorrência de horizonte identificado como Bw em profundidade. Nessa área, a formação de horizonte Bt não foi tão expressiva.

**Tabela 2.** Descrição dos perfis e identificação dos solos até o 4º nível categórico nas toposequências (VRO e VSO).

Perfil	Solo	Horizonte	Profundidade cm	Transição	Posição	Drenagem	Atração imã	Efervescência H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		
VRO - vertente relevo ondulado										
P1	Gleissolo Háptico Eutrófico típico	A1	0-20	clara		interm	moderada	Ligeira		
		A3	20-40	clara		interm	moderada	Ligeira		
		Bg1	40-60	gradual	várzea	pouca	moderada	ligeira		
		Bg2	60-87	gradual		pouca	moderada	ligeira		
P2	Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	Bg3	87-125	abrupta		pouca	moderada	ligeira		
		A1	0-12	gradual	rampa	boa	moderada	apresenta		
		P3	Neossolo Regolítico Eutrófico típico	A1	0-18	gradual	convexo	boa	moderada	apresenta
				CA	18-65	gradual	inferior	boa	moderada	apresenta
P4	Cambissolo Háptico Eutroférico típico	AP	0-16	clara		boa	moderada	apresenta		
		P4	Cambissolo Háptico Eutroférico típico	AB	16-45	clara	côncavo	boa	moderada	apresenta
				Bi	45-77	gradual	inferior	boa	moderada	apresenta
		P5	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	BC	77-89	gradual		boa	moderada	apresenta
AP	0-22			clara		boa	moderada	apresenta		
Bn*	22-60			gradual		boa	moderada	ligeira		
Bt2	60-100			difusa	convexo	boa	moderada	ligeira		
P6	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Bw1	100-126	difusa	médio	boa	moderada	ligeira		
		Bw2	126-166	difusa		boa	moderada	ligeira		
		Bw3	166+			boa	moderada	ligeira		
		AP	0-22	clara		boa	moderada	apresenta		
P7	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Bn	22-54	gradual		boa	moderada	ligeira		
		Bt2	55-66	gradual	côncavo	boa	moderada	ligeira		
		Bt3	66-107	difusa	médio	boa	moderada	ligeira		
		Bw1	107-150	difusa		boa	moderada	ligeira		
P8	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Bw2	150+			boa	moderada	ligeira		
		AP	0-18	clara		boa	moderada	apresenta		
		Bn	18-40	gradual		boa	moderada	apresenta		
		Bt2	40-69	gradual	convexo	boa	moderada	ligeira		
P9	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Bw1	69-113	difusa	superior	boa	moderada	ligeira		
		Bw2	113-180	difusa		boa	moderada	ligeira		
		Bw3	180+			boa	moderada	ligeira		
		AP	0-15	abrupta		boa	moderada	apresenta		
P10	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	AB	15-30	clara		boa	moderada	apresenta		
		Bn	30-77	gradual	côncavo	boa	moderada	apresenta		
		Bt2	77-100	difusa	superior	boa	moderada	ligeira		
		Bw1	100-148	difusa		boa	moderada	ligeira		
P11	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Bw2	148+			boa	moderada	ligeira		
		VSO - vertente relevo suave ondulado								
		P1	Nitossolo Vermelho Eutroférico típico	Ap	0-21	gradual		boa	moderada	apresenta
				Bn	21-58	gradual	rampa	boa	moderada	apresenta
Bt2	58-120			gradual	inferior	boa	moderada	ligeira		
P2	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Ap	0-18	clara		boa	moderada	apresenta		
		Bt1	18-55	gradual		boa	moderada	apresenta		
		Bt2	55-115	difusa	rampa	boa	moderada	ligeira		
		Bw1	115-170	difusa	inferior	boa	moderada	ligeira		
P3	Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico	Bw2	170+			boa	moderada	ligeira		
		Ap	0-16	clara		boa	moderada	apresenta		
		Bn	16-71	gradual		boa	moderada	apresenta		
		Bt2	71-105	gradual	convexo	boa	moderada	ligeira		
P4	Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico	Bw1	105-155	difusa		boa	moderada	ligeira		
		Bw2	155+			boa	moderada	apresenta		
		AP	0-14	clara		boa	moderada	apresenta		
		Bn	14-44	gradual		boa	moderada	apresenta		
P5	Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico	Bt2	44-82	difusa	rampa	boa	moderada	ligeira		
		Bw1	82-123	difusa	superior	boa	moderada	ligeira		
		Bw2	123-178	difusa		boa	moderada	ligeira		
		Bw3	178+			boa	moderada	ligeira		
P6	Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico	Ap	0-18	abrupta		boa	moderada	ligeira		
		AB	18-50	clara	rampa	boa	moderada	ligeira		
		Bn	50-115	gradual	superior	boa	moderada	ligeira		
		Bt2	115-152	difusa		boa	moderada	ligeira		
P7	Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico	Bw1	152+			boa	pouca	ligeira		

Bi – B incipiente,\* Horizonte nítico diagnóstico.

Fonte: Elaboração dos autores.



O Perfil 1 da VSO apresentou aumento da cerosidade nas unidades estruturais, provavelmente, por se apresentar na parte inferior da vertente, este teria recebido material iluvial translocado lateralmente em suspensão. Igualmente ao Bn, a profundidade do Bw é variável, iniciando na profundidade de 0,69 m no P8 da vertente VRO e 1,52 m no P5 da VSO, devido às condições já mencionadas.

As diferenças de espessura observadas nos Bn são devido à intensidade e duração do processo pedogenético. Desta forma, na transição entre Bn e Bw, é observado horizonte com característica onde possivelmente estaria ocorrendo alterações, identificado nos Nitossolos, como um sub-horizonte com características morfológicas variadas. Devido a esse horizonte de transição, a distinção entre os limites entre Bn e Bw nem sempre é clara, ocorrendo transição de forma difusa (Tabela 2).

A formação de Latossolos requer longo período de tempo ou elevada intensidade de intemperização e menor resistência dos materiais de origem, assim, a formação do B nítico seria um processo mais recente e cuja intensidade é controlada pelo relevo. Deve-se considerar também que o manejo pode estar influenciando nesses processos, pois são solos agricultáveis (Tabela 1).

Quanto à estrutura, no Gleissolo (VRO, P1) é observada estrutura apenas no horizonte superficial (Tabela 3), sendo que no horizonte A<sub>1</sub>, esta é maciça, Já no horizonte diagnóstico (Bg) e no A3 não há uma estrutura definida.

Os horizontes diagnósticos na sua maioria apresentam estrutura em blocos angulares (Tabela 3). Nos horizontes Bw ocorre estrutura predominante de grau forte e granular, com presença de pequena quantidade de blocos subangulares, principalmente nos horizontes que sucedem o Bt. Tais diferenças auxiliam na identificação e na delimitação dos horizontes Bt e Bw.

Outro aspecto relacionado ao tipo de solo e sua formação é a cor. Nos Neossolos (P2 e P3 VRO, Tabela 3), diferindo do que normalmente seria um matiz predominante vermelho, observa-se uma coloração acinzentada escura. Essa cor escura poderia ser explicada pela presença de matéria orgânica (LACERDA et al., 2008); no entanto, avaliando

os teores de C desses perfis (Tabela 4), nota-se que estes não apresentam teores que permitam a predominância da cor bruna sobre o matiz vermelho. Os mesmos Autores observaram a cor bruna e outras características típicas de Horizonte A chernozêmico em rocha básica, enquadrando como Chernossolos; entretanto, no caso dos solos analisados, enquadrá-los como Chernossolo segundo o SBCS não seria possível principalmente devido à pequena espessura do horizonte A (A fraco). Nos demais horizontes, foi verificado matriz com predominância do vermelho comum aos solos de basalto.

A coloração predominante vermelha observada é em virtude da oxidação do Fe(II) com o intemperismo, dentre outros elementos metálicos presente na rocha. Como nos solos jovens onde se observa coloração acinzentada, o intemperismo do material primário é menor, sendo observado muito material primário intacto, a cor pode advir da incompleta oxidação dos compostos metálicos contido na rocha, além de características diferenciadas do material de origem onde se encontram esses solos (Tabela 1).

Desta forma, foi observada cor praticamente uniforme nos solos mais profundos, apresentando matiz com predominância do vermelho (10R e 2,5 YR), havendo apenas algumas variações no tom (valor e croma) (Tabela 3), cores semelhante às observadas por Ghidin et al. (2006) e Vidal-Torrado et al. (1999) para solos derivados de basalto. Além disso, constata-se a presença de hematita, como óxido de ferro dominante.

Em relação à atração magnética, esta foi considerada moderada, em relação aos solos derivados do basalto da região de Londrina-PR (23° 19' S; 51° 10' O). Lacerda et al. (2008) em trabalho com rochas básicas e ultrabásicas relatam a formação de horizonte B nítico com matiz com predominância do vermelho e observa atração magnética forte. Isso ocorre possivelmente devido a menor concentração de ferro nos basaltos.

Em relação à cerosidade, nos Bt esta é variável, no entanto nos Bt<sub>1</sub> (considerados B nítico diagnóstico) observa-se cerosidade forte a moderada e comum (Tabela 3), caracterizando-os como um B nítico. Assim, muitos dos atributos morfológicos observados, têm alguma relação com a posição na vertente e a espécie de Basalto.

**Tabela 3.** Descrição morfológica dos perfis e horizontes dos solos nas topossequências (VRO e VSO).

Perfil	Horizonte	Cerosidade	Cor (Munsell)		Estrutura		Consistência		Argila	Silte	Areia
			seco	úmido	grau	classe	seco	molhada			
VRO - vertente relevo ondulado											
P1	A1	**	7,5 YR 4/4	7,5 YR 3/2	forte	peq, bl, Subang	ext, duro	m, pl, m, peg	830	120	50
	A3	-	7,5YR 4/4	5YR 4/2	***	sem, mac,coe,	ext, duro	m, pl, m, peg	870	100	30
	Bg1	-	7,5YR 4/4	7,5YR 3/2	-	sem, mac,coe,	ext, duro	m, pl, m, peg	740	130	130
	Bg2	-	7,5YR 4/6	5YR ¾	-	sem, mac,coe,	ext, duro	m, pl, m, peg	705	100	195
	Bg3	-	10YR 4/2	7,5YR 3/2	-	sem, mac,coe,	ext, duro	m, pl, m, peg	800	110	90
P2	A1	-	5 YR 4/2	5YR 3/2	forte	peq, bl, subang	duro	pl, peg,	600	170	230
P3	Ap	-	5YR 3/2	5YR 3/2	forte	peq, gr, maciça	ext, duro	pl, peg,	600	145	255
	CA	-	5YR 6/2	2,5 YR 3/2	-	sem, mac,coe,	ext, duro	pl, peg,	-	-	-
P4	Ap	-	2,5/2YR 2,5/4	10R 3/3	forte	peq, bl, subang	m, duro	pl, m, peg	700	120	180
	AB	-	2,5YR 2,5/4	10R 3/3	forte	peq, bl, subang	ext, duro	pl, m, peg	765	190	45
	Bi	mod comum	2,5YR 3/4	10R ¾	forte	peq, bl, ang,	ext, duro	pl, m, peg	810	80	110
P5	BC	fraca comum	2,5YR 3/4	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	ext, duro	pl, m, peg	885	80	35
	Ap	-	10R 3/3	2,5YR ¾	forte	med, bl, ang,	m, duro	pl, peg,	720	165	115
	Bt1*	mod comum	10R 4/6	10R 4/4	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	820	65	115
	Bt2	fraca comum	2,5YR 4/4	10R ¾	forte	peq, bl, sub	m,duro	pl, m,peg,	790	75	135
	Bw1	-	10R 4/4	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac,	duro	pl, peg,	875	60	65
P6	Bw2	-	10R 4/6	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac	duro	pl, peg,	795	135	70
	Bw3	-	2,5YR 3/6	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac	lig, duro	pl, peg,	800	45	155
	Ap	-	2,5YR 3/4	10R 3/2	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, peg,	520	125	355
	Bt1	mod comum	2,5YR 3/4	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	660	110	230
	Bt2	fraca comum	2,5YR 4/4	10R ¾	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	810	60	130
P7	Bt3	fraca comum	2,5 YR 4/4	10R ¾	forte	med, bl, sub,	duro	pl, m, peg,	760	55	160
	Bw1	-	-	-	forte	-	-	-	755	60	185
	Bw2	-	10R 4/6	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	705	125	170
	Ap	-	2,5YR 3/4	10R 3/3	forte	med, bl, sub,	duro	pl, m, peg,	555	50	395
	Bt1	mod comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	670	100	230
P8	Bt2	fraca comum	10R 3/6	10R ¾	forte	peq, bl, ang,	duro	pl, m, peg,	765	85	150
	BW1	-	10R 4/4	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac,	duro	pl, m, peg,	710	90	200
	Bw2	-	10R 4/6	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	695	75	230
	BW3	-	10R 4/6	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac,	macio	pl, peg,	690	75	235
	Ap	-	2,5YR 3/4	10R 3/3	forte	peq, gran, mac,	duro	pl, m, peg,	730	30	240
P8	AB	-	2,5YR 4/4	10R 3/3	forte	med, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	685	85	230
	Bt1	mod comum	10R 4/6	10R ¾	forte	med, bl, ang,	ext, duro	pl, m, peg,	775	135	90
	Bt2	fraca comum	10R 4/4	10R ¾	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	795	70	135
	Bw1	-	10R 4/6	10R 3/6	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	710	60	230
	Bw2	-	10R 4/6	10R ¾	forte	m, peq, gr, mac,	macio	pl, peg,	795	40	165
VSO - vertente relevo suave ondulado											
P1	Ap	fraca comum	10R 3/3	10R 3/2	forte	med, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	805	120	75
	Bt1	forte comum	10R 3/4	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	910	60	30
	Bt2	mod comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	905	50	45
P2	Ap	-	10R 3/4	10R 3/2	forte	peq, bl, sub,	m, duro	pl, peg,	820	120	60
	Bt1	mod comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	915	50	35
	Bt2	fraca comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	duro	pl, m, peg,	910	50	40
P3	Bw1	-	10R 3/6	10R 3/3	forte	m, peq, gr, mac,	duro	pl, peg,	925	40	35
	Bw2	-	10R 3/6	10R 3/3	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	915	50	35
	Ap	-	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, gr, mac,	m, duro	pl, m, peg,	790	110	100
	Bt1	mod comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	870	80	50
	Bt2	fraca comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, sub,	m, duro	pl, m, peg,	865	110	25
P4	Bw1	fraca comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	860	85	55
	Bw2	-	2,5YR 3/6	10R 3/4	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	865	110	25
	Ap	-	2,5YR 3/4	10R 3/3	forte	med, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	755	120	125
	Bt1	mod comum	2,5YR 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, sub,	m, duro	pl, m, peg,	840	65	95
	Bt2	fraca comum	10R 3/6	10R 3/4	forte	peq, bl, sub,	m, duro	pl, m, peg,	890	70	40
P5	Bw1	fraca comum	10R 3/6	10R 3/4	forte	peq, bl, sub,	duro	pl, peg,	890	75	35
	Bw2	-	10R 3/6	10R 3/4	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	880	85	35
	Bw3	-	10R 3/6	10R 3/4	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	880	70	50
	Ap	-	10R 3/6	10R 3/3	forte	méd, bl, ang,	ext, duro	pl, m, peg,	810	50	140
	AB	-	10R 3/6	10R 3/3	forte	méd, bl, ang,	duro	pl, m, peg,	795	55	150
P5	Bt1	mod, comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, ang,	m, duro	pl, m, peg,	800	50	150
	Bt2	fraca comum	10R 3/6	10R 3/3	forte	peq, bl, sub,	duro	pl, m, peg,	790	35	175
	Bw1	-	10R 3/6	10R 3/3	forte	m, peq, gr, mac,	lig, duro	pl, peg,	880	35	85

Bi – B incipiente, \* B nítico diagnóstico, \*\* Atributo ausente, \*\*\* Não avaliado, Peq, (pequena), m, peq.: muito pequena, med: média, bl, ang.: blocos angulares; bl, subang.: blocos subangulares; gr.: granular; gr, gru.: granular em grumos; m, duro: muito duro; ext, duro: extremamente duro; lig, duro: ligeiramente duro; pl.: plástico; m, pl.: muito plástico; lig, Pl.: ligeiramente plástico; pg.: pegajoso; lig, pg.: ligeiramente pegajoso; m, peg.: muito pegajoso.

Fonte: Elaboração dos autores.

**Tabela 4.** Atributos químicos dos horizontes dos solos nas toposseqüências (VRO e VSO).

Perfil	Horizonte	pH	C	P	Al	Al + H	Ca	Mg	K	CTC	SB	V
		ClCa	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----			----- % -----	
VRO - vertente relevo ondulado												
P1	A1	4,91	37,63	2,82	0,04	5,76	26,0	9,5	1,186	42,45	36,69	86,43
	A3	4,02	13,94	1,76	0,09	9,00	19,7	11,2	0,213	40,11	31,11	77,56
	Bg1	4,18	16,73	0,96	0,75	4,28	27,5	18,6	0,306	50,69	46,41	91,56
	Bg2	5,02	6,97	2,20	0,04	4,61	21,6	13,5	0,213	39,92	35,31	88,45
	Bg3	5,75	9,76	2,07	0,03	3,68	28,9	13,6	0,193	46,37	42,69	92,06
P2	A1	5,83	87,81	37,52	0,00	3,42	24,6	8,7	1,432	38,15	34,73	91,04
P3	Ap	5,68	51,57	53,03	0,00	3,68	38,4	9,9	0,777	52,76	49,08	93,02
	CA	5,75	12,54	87,59	0,02	2,95	43,4	8,8	0,121	55,27	52,32	94,66
P4	Ap	5,69	64,11	33,30	0,00	3,97	21,9	2,9	0,572	29,34	25,37	86,47
	A3	5,85	25,09	2,20	0,00	3,18	19,6	2,2	0,429	25,41	22,23	87,48
	Bi	6,01	18,12	2,01	0,00	2,74	17,3	2,7	0,367	23,11	20,37	88,14
	Bc	6,31	13,94	3,68	0,00	2,54	16,5	2,1	0,306	21,45	18,91	88,16
	Ap	4,81	27,88	5,98	0,07	5,35	7,9	3,1	0,193	16,54	11,19	67,66
P5	Bn1*	5,15	2,79	2,07	0,03	3,18	8,0	1,9	0,008	13,09	9,91	75,70
	Bn2	5,18	5,58	2,69	0,00	3,42	8,3	1,2	0,002	12,92	9,50	73,53
	Bw1	5,17	29,27	3,37	0,03	2,95	6,6	1,5	0,029	11,08	8,13	73,37
	Bw2	4,99	2,79	2,57	0,09	3,42	6,4	1,7	0,049	11,57	8,15	70,44
	Bw3	5,4	16,73	2,94	0,00	2,95	6,2	1,9	0,049	11,10	8,15	73,42
	Ap	5,85	26,48	12,06	0,01	2,95	7,9	10,7	0,726	22,28	19,33	86,76
	Bn1	5,76	11,70	1,01	0,28	3,68	6,9	1,3	0,388	12,27	8,59	70,00
P6	Bn2	6,04	8,36	3,31	0,04	2,95	6,6	1,3	0,029	10,88	7,93	72,88
	Bn3	6,18	13,94	4,24	0,08	2,36	6,6	1,1	0,018	10,08	7,72	76,58
	Bw1	6,18	8,36	3,31	0,01	2,19	6,2	0,7	0,018	9,11	6,92	75,96
	Bw2	6,23	5,58	2,51	0,00	2,19	4,4	1,9	0,002	8,49	6,30	74,20
	Ap	5,14	29,27	8,09	0,06	3,97	5,9	2,7	0,357	12,93	8,96	69,29
P7	Bn1	5,7	9,76	2,20	0,05	2,74	6,9	1,8	0,049	11,49	8,75	76,15
	Bn2	5,7	6,97	2,63	0,03	2,74	5,7	1,5	0,008	9,95	7,21	72,46
	Bw1	5,2	8,36	2,38	0,02	2,95	5,5	1,0	0,002	9,45	6,50	68,78
	Bw2	5,48	5,58	1,70	0,02	2,74	4,4	1,2	0,049	8,39	5,65	67,34
	Bl3	5,17	2,79	3,25	0,03	2,74	2,9	2,0	0,008	7,65	4,91	64,17
P8	Ap	5,58	27,88	4,62	0,04	3,42	7,2	2,1	0,747	13,47	10,05	74,60
	BA	5,4	19,51	2,94	0,00	3,18	7,2	1,0	0,562	11,94	8,76	73,37
	Bt1	5,66	8,36	2,88	0,00	2,74	6,0	1,5	0,265	10,50	7,76	73,92
	Bt2	5,4	2,79	2,51	0,00	3,18	4,6	2,7	0,193	10,67	7,49	70,20
	Bw1	4,5	4,18	1,82	0,13	3,42	4,0	0,1	0,111	7,63	4,21	55,18
Bw2	4,55	4,18	2,07	0,25	3,42	1,5	1,6	0,080	6,60	3,18	48,18	
VSO - vertente relevo suave ondulado												
P1	Ap	5,72	36,24	7,10	0,00	3,68	20,1	3,6	0,931	28,31	24,63	87,00
	Bt1	5,68	16,73	3,37	0,00	2,95	12,9	2,8	0,501	19,15	16,20	84,60
	Bt2	5,54	8,36	5,55	0,06	2,95	9,5	2,4	0,521	15,37	12,42	80,81
P2	Ap	5,08	33,45	8,59	0,17	4,96	8,4	4,4	0,275	18,03	13,07	72,50
	Bt1	5,13	12,54	3,62	0,14	3,97	9,0	1,5	0,039	14,51	10,54	72,64
	Bt2	5,44	8,36	3,62	0,00	3,18	8,1	1,7	0,029	13,01	9,83	75,55
	Bw1	5,15	4,18	2,26	0,07	3,42	6,2	1,5	0,008	11,13	7,71	69,27
	Bw2	4,46	2,79	1,64	0,34	4,28	2,8	2,6	0,008	9,69	5,41	55,82
P3	Ap	4,95	27,30	11,57	0,24	6,21	5,1	2,5	0,685	14,50	8,29	57,16
	Bt1	4,26	9,10	0,82	1,39	8,36	3,3	1,8	0,111	13,57	5,21	38,40
	Bt2	4,85	6,50	1,32	0,17	4,96	4,6	1,3	0,018	10,88	5,92	54,41
	Bw1	4,35	5,20	0,39	0,97	6,69	2,4	1,5	0,018	10,61	3,92	36,94
	Bw2	4,25	5,20	0,45	1,24	7,20	1,1	0,8	0,049	9,15	1,95	21,30
P4	Ap	4,48	27,30	11,39	0,18	6,69	6,0	2,8	0,716	16,21	9,52	58,72
	Bt1	4,98	13,00	0,26	0,12	5,35	5,5	1,5	0,336	12,69	7,34	57,83
	Bt2	4,87	6,50	1,63	0,25	4,61	4,2	1,8	0,029	10,64	6,03	56,67
	Bw1	4,92	5,20	1,75	0,11	4,28	3,9	2,1	0,080	10,36	6,08	58,69
	Bw2	5,01	3,90	0,32	0,05	3,97	2,9	2,0	0,018	8,89	4,92	55,34
P5	Bw3	5,08	2,60	0,01	0,45	3,97	1,9	2,7	0,002	8,57	4,60	53,66
	Ap	5,25	14,30	18,28	0,21	4,61	4,3	1,6	0,716	11,23	6,62	58,93
	Ab	5,01	18,20	5,98	0,15	4,96	3,4	1,5	0,613	10,47	5,51	52,64
	Bt1	4,63	16,90	1,07	0,55	5,76	2,6	1,5	0,254	10,11	4,35	43,05
	Bt2	4,62	13,00	1,44	0,38	5,76	2,6	1,0	0,265	9,62	3,86	40,15
Bw1	4,51	9,10	0,32	0,33	4,96	1,4	0,9	0,336	7,60	2,64	34,71	

Bi – B incipiente, \* B nítico diagnóstico.

Fonte: Elaboração dos autores.

*Atributos químicos*

Com relação aos atributos químicos observados na Tabela 4, é possível verificar a diferença nos teores de bases entre os horizontes do seguimento inferior da VRO e os demais perfis das VRO e VSO. Também a riqueza química pode ser associada à evolução do solo e sua origem. Os solos mais jovens por sofrerem menores perdas, preservam boa parte destes. Porém um material de origem mais rico poderá formar, em consequência, solos também mais ricos quimicamente.

A grande diferença na composição química dos solos do seguimento inferior da VRO evidencia que há diferenças na composição da rocha, haja vista diferenças expressivas de bases ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ). O material mais rico, principalmente em bases, poderia estar em forma de minerais, preenchendo as amígdalas da rocha, visto que é muito comum se encontrar Zeólitas e Calcita nas amígdalas. Tal variação nos teores de bases não é observada de forma expressiva na VSO, a qual tem como material de origem basalto afanítico em toda vertente (Tabela 1).

Os Neossolos, embora possuam fertilidade química (Tabela 4), sua pequena profundidade impede uma boa retenção e infiltração de água, não possibilitando condições para um bom desenvolvimento radicular, consistindo em solos limitantes principalmente para culturas perenes. Além disso, estes solos, apesar de sua limitação física, são ricos em bases.

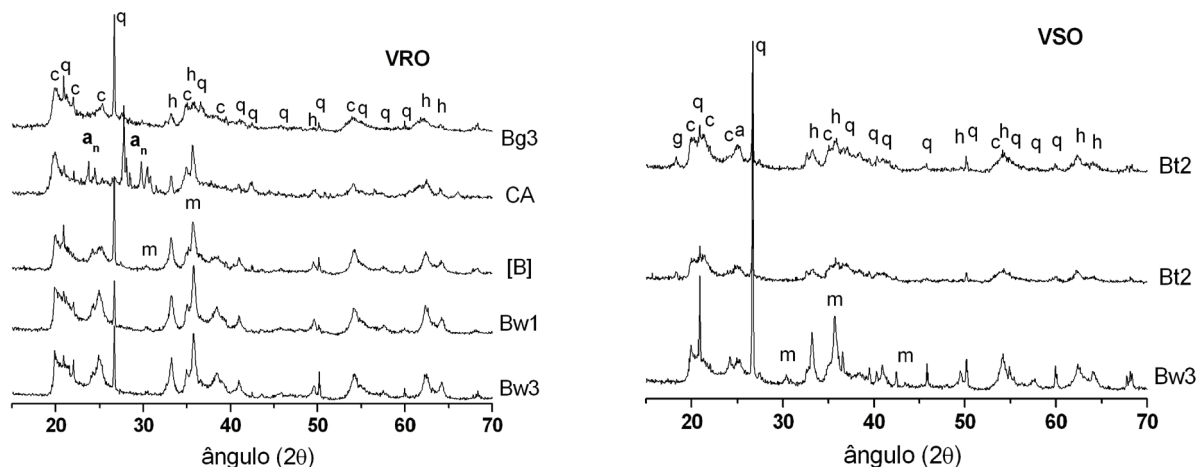
Assim, observa-se vários aspectos que corroboram o pressuposto de que a diferença de fertilidade química nos solos ao longo das vertentes, principalmente na VRO, está relacionada ao material de origem observado neste local.

O Gleissolo, encontrado em área de várzea, que pode ter origem a partir de material alóctone, apresentou-se com alta saturação por bases. Guerra e Cunha (2009) mencionam que os Gleissolos são solos de planícies aluviais, várzeas e depressões; podem ser distróficos ou eutróficos. Os eutróficos, são geralmente relacionados a solos férteis localizados nas encostas circunvizinhas, e que são transportados pelos agentes fluviais, tal como os solos jovens encontrados no seguimento inferior da VRO (Tabela 4). Assim, esses solos apesar de sua limitação física são ricos em bases.

Embora trabalhos mostrem que os solos de sopé devido a contribuição dos solos do topo, seriam mais ricos em bases (eutróficos) (CAMPOS et al., 2011), os Neossolos localizados em local de relevo acentuado e sob a influência da erosão, também se apresentam com elevado teor de bases. Assim, a riqueza química observada no Gleissolo, não foi em detrimento dos solos ao redor, pelo contrário, todos se apresentam com elevado teor de bases, provavelmente devido a alcalinidade da rocha basáltica.

*Mineralogia da fração argila*

Nos gráficos de difração de Raios-X de horizontes da VSO, pode ser observado padrão bem distinto de picos entre um horizonte Bw e os horizontes Bt (Figura 4). O mesmo padrão é observado nos Bw da VRO. Entre o B nítico característico e o sub-horizonte de transição para Bw há pequena diferença. Nos Bw é observada uma grande quantidade de material primário resistente ao intemperismo, tal como o quartzo que seria de predominância do arenito.

**Figura 4.** Difratograma da fração argila dos Raios X dos conjuntos VSO e VRO.

As letras representam: (a) anatase, (an) anortita, (c) caulinita, (g) gibsitita, (h) hematita, (m) magnetita e (q) quartzo.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Na análise quantitativa com os valores relativos dos minerais, o perfil de Gleissolo, apresentou como mineral dominante a Kalovita (Zn) com 39% (porção que pode indicar um depósito de Zn), seguido da Hematita (19%), Cristalobalita (16%) e Quartzo (16%) não sendo a Caulinita expressiva. No perfil de Neossolo a Anortita representou a maior proporção com 50%. seguido de outros minerais primários (31%), Hematita (6%) e Magnetita (12%), sem expressiva presença de Quartzo. Já no Cambissolo, há 47% de Caulinita 24% de Quartzo e 11% de Hematita. Para os Nitossolos das duas vertentes há predominância de Caulinita e Quartzo, com a presença variável de Hematita.

Embora ocorram minerais primários na fração argila dos solos pouco desenvolvidos, há que se considerar que em solos jovens e com presença de cascalho a maioria dos minerais primários se concentra na fração grosseira. Assim, a quantidade esperada de material primário nessa fração é maior. A ocorrência de grande quantidade de materiais primários e de fácil intemperismo evidenciaria também a pobre drenagem ou a baixa retenção de água desses solos localizados no seguimento inferior da VRO.

Considera-se o Gleissolo semelhante aos Neossolos, visto que os Neossolos contribuem com material para a formação destes. Há, porém, alteração e reações próprias do processo de hidromorfismo levando a diferenciação de sua composição.

Na vertente VRO os perfis de Neossolo e Gleissolo foram os únicos a não apresentarem quantidades significativas de Caulinita, predominando nestes, respectivamente, a Kalovita e a Anotita. Tal fato é esperado visto que a Caulinita é uma espécie de argila de solos intemperizados de clima tropical. Mesmo com a predominância de alguns minerais a Caulinita é o mineral dominante na fração argila das duas toposequências.

Ghidin et al. (2006) em estudo de toposequência, também verificou que a posição dos perfis na paisagem influencia a mineralogia da fração argila devido à dinâmica do intemperismo influenciado pelo caminhamento da água, desenvolvida em cada porção desta. Nas vertentes estudadas, a diferenciação na mineralogia se daria devido a estágio de evolução de cada solo e principalmente, ao material formador.

Os dois Bt analisados da VSO, foram os únicos a apresentar em sua composição o argilomineral



Caulinita e o óxido Gibbsita. Em estudo sobre LATOSSOLOS, Ferreira, Fernandes e Curi (1999) verificou que a Caulinita e Gibbsita foram os constituintes mineralógicos que maior influenciaram as propriedades físicas do solo. Além disso, os LATOSSOLOS cauliniticos apresentaram diferenças em seus atributos físicos quando comparados com solos com maior presença de Gibbsita (SCHAEFER; FABRIS; KER, 2008).

## Conclusões

A dinâmica interna e o processo de segregação magmática foram os principais responsáveis pelas formas de relevo e pelo tipo de rocha formada, com significativa variação do solo formado quando da ocorrência de variações em uma mesma rocha.

As formas do relevo e a diferenciação do basalto tiveram importância significativa na evolução e distribuição de solos nas vertentes estudadas.

Os solos com horizontes B nítico e B latossólico foram os que se apresentaram em maior extensão nas vertentes, sendo que sua espessura está relacionada à intensidade do processo de formação condicionado pela posição na vertente.

## Agradecimentos

Aos comentários do Dr. Michel Brossard, pesquisador do Institut de Recherche Pour Le Développement, que contribuíram para enriquecer o trabalho, Ao CNPq pela concessão de bolsas.

## Referências

BELLIENE, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MARQUES, L. S.; MELFI, A. J.; NARDY, A. J. R.; PAPATRECHAS, C.; PICCIRILLO, E. M.; ROISENBERG, A.; STOLFA, D. Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná Plateau (Brazil): geological, mineralogical and petrochemical relationships. *Journal of Petrology*, Oxford, v. 27, n. 4, p. 915-944, 1986.

BOCKHEIM, J. G.; GENNADIYEV, A. N.; HAMMER, R. D.; TANDARICH, J. P. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma*, Amsterdam, v. 124, n. 1, p. 23-36, 2005.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; CAMARGO, L. A. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 519-529, 2007.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; COSTA, E. U. C. Segmentos de vertente e atributos do solo de uma topossequência na região de Manicoré, AM. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 501-510, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. C. Relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 13-23, 2011.

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P.; GRIMALDI, M. Soil structure transformations from ferralic to nitic horizons on a toposequence in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1685-1699, 2010.

DEMATTÊ, J. A. M.; DEMETRIO, V. A. Padrões de drenagem em áreas de solos desenvolvidos de rochas vulcânicas ácidas na região de Guarapuava (PR). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 305-311, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURTI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 515-524, 1999.

GHIDIN, A. G.; MELO, V. F.; LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. Topossequências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná, II - relação entre mineralogia da fração argila e propriedades físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 307-319, 2006.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 472 p.

- LACERDA, M. P. C.; QUEMÊNÉUR, J. J. G.; ANDRADE, H.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Estudo da relação pedomorfogeológica na distribuição de solos com horizontes B textural e B nítico na paisagem de Lavras (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 271-284, 2008.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 2, p. 169-288, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Geografia física do estado do Paraná*. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 438 p.
- MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African soils. *Soil Research*, London, v. 4, n. 2, p. 183-198, 1935.
- NASCIMENTO, R. S.; GORAYEB, P. S. S. Basaltos da suíte Parapuí, Gráben Jaibaras, noroeste do Ceará: caracterização, petrografia, geoquímica e química mineral. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 459-468, 2004.
- PACHEPSKY, Y. A.; TIMLIN, D. J.; RAWLS, W. J. Soil water retention as related to topographic variables. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 65, n. 6, p. 1787-1795, 2001.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. *Geologia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1983. 631 p.
- RUHE, R. V. Geomorphic surfaces and the nature of soils. *Soil Science*, Baltimore, v. 82, n. 6, p. 441-445, 1956.
- SANTOS, A. C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; BERNINI, T. A.; COOPER, M.; NUMMER, A. R.; FRANCELINO, M. R. Gênese e classificação de solos numa toposequência no ambiente de mar de morros do médio Vale do Paraíba do Sul, RJ. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1297-1314, 2010.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 316 p.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005. 92 p.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; FABRIS, J. D.; KER, J. C. Minerals in the clay fraction of Brazilian Latosols (Oxisols): a review. *Clay Minerals*, London, v. 43, n. 1, p. 137-154, 2008.
- SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P.; PÉREZ, M. G.; MARTIN NETO, L.; VASQUEZ, F. M. Relações entre matéria orgânica do solo e declividade de vertentes em toposequências de Latossolos do sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1059-1068, 2007.
- SILVA, L. C. O cinturão metavulcanossedimentar brusque e a evolução policíclica das faixas dobradas proterozóicas no Sul do Brasil: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 60-73, 1991.
- SOUZA JÚNIOR, J. G. A.; DEMATTÊ, J. A. M. Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 449-456, 2008.
- THOMAZ, E. L. Aspectos geomorfopedológicos de uma vertente em área de basalto no município de Guarapuava - PR. *Mercator*, Fortaleza, v. 7, n. 14, p. 67-85, 2008.
- VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 4, p. 145-192, 2005.
- 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*, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 909-921, 1999.

