
IDENTIFICAÇÃO DE SOLOS E SUA RELAÇÃO COM A PAISAGEM EM UMA PEDOSSEQUÊNCIA LOCALIZADA EM LONDRINA, PR

IDENTIFICATION OF SOILS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE LANDSCAPE IN A PEDOSSEQUENCE LOCATED IN LONDRINA, PR

Rosana Kostecki de Lima¹
Pedro Rodolfo Siqueira Vendrame²
Luciano Nardini Gomes³
Glauber Stefan⁴
Fábio Lopes⁵

RESUMO: Trabalhos de identificação e classificação dos solos são cada vez mais importantes em estudos de dinâmica da paisagem com o intuito de conhecê-los para aplicar uso adequado. A configuração do relevo altera a intensidade de intemperismo do solo bem como o transporte de sedimentos, erodindo a superfície, o que pode ser acelerado por mau uso e manejo pelo homem. O objetivo desse trabalho é caracterizar e identificar solos oriundos de basalto em uma pedossequência localizada em Londrina, Paraná e interpretar a gênese relacionada com a dinâmica do relevo. Os perfis estudados localizaram-se nos seguintes segmentos da pedossequência: (P1) topo, (P2) a (P5) meia encosta, (P6) ao (P9) encosta e (P10) e (P11) sopé. Os perfis foram descritos, caracterizados e classificados de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2018. O relevo foi descrito como sendo convexo no topo e côncavo na base da vertente. Ao longo da pedossequência foram identificados Latossolo Vermelho distroférico típico no topo, Cambissolo Háplico Tb eutroférico e Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico em meia encosta, Nitossolo Vermelho eutroférico, distroférico latossólico e típico em encosta e meia encosta. Em sopé Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico. Verificou-se maiores teores de Si em perfis situados na encosta e sopé (P6 ao P11), sendo solos menos intemperizados, devido ao possível transporte lateral de montante a jusante da vertente. O relevo e suas variações de formas e declividades, junto as condições atuais da pastagem, foram os principais fatores que alteraram os atributos do solo, refletindo na situação atual dos solos.

Palavras-chave: Basalto. Pedossequência. Atributos do solo.

1 Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. E-mail: Rosana.kostecki@hotmail.com.

2 Professor Doutor do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina/UEL. E-mail: vendrame@uel.br.

3 Professor Doutor do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina/UEL. E-mail: lunago@uel.br.

4 Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. E-mail: polar_sb@yahoo.com.br.

5 Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Departamento de Física/UEL. E-mail: FabioLopes@uel.br.

Artigo recebido em maio de 2019 e aceito para publicação em junho de 2019.

ABSTRACT: Soil identification is increasingly important in studies of landscape dynamics in degraded areas. The relief configuration changes the intensity of soil weathering as well as the transport of sediments eroding the surface, accelerated by its misuse and inadequate management by man. The objective of this paper was to interpret the genesis related to the dynamics of relief, characterize and identify soils originating from basalt in a pedossequence located in Londrina, Paraná State. The profiles studied were located at the following points of the pedossequence: (P1) top, (P2) to (P5) half hillside, (P6) to (P9) hillside, (P10) and (P11) deposition foothill. The profiles were described, characterized and classified according to the criteria of the Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. The Landscape was described as being concave at the top and convex at the base of the slope. Along the pedossequence was found Latossolo Vermelho distroférico típico at the top, Cambissolo Háplico Tb eutroférico and Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico in half hillside, Nitossolo Vermelho eutroférico, distroférico latossólico and típico in hillside and half hillside. In deposition foothill Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico. Higher levels of Si were found in profiles located after hillside and half hillside (P6 to P11), with less weathered soils due to the possible lateral upstream transport of the slope. The relief of its variations of forms and slope were the main factors that altered the attributes of the soil, reflecting in the current state of the slope.

Keywords: Basalt. Pedossequence. Soil attributes.

INTRODUÇÃO

Os estudos de gênese e identificação de solos partem da compreensão da dinâmica do relevo local e entendimento das relações do solo com a geomorfologia (OLIVEIRA, 2005; RESENDE et al., 2014). Não se restringindo apenas às análises laboratoriais, mas se baseando também em modelos de paisagem como ferramenta auxiliar. Os solos na paisagem se diferenciam conforme a interação de seus fatores de formação (BECK et al., 2000).

As pesquisas das relações solo-paisagem têm utilizado abordagens analíticas mais eficientes em levantamentos detalhados de solo e relevo, relacionando feições da superfície do terreno com elementos de subsuperfície e seus atributos (CAMPOS, 2012). O perfil de curvatura da paisagem, côncavo, linear ou convexo pode acelerar ou reduzir o grau de intemperismo do terreno, assim como o transporte de sedimentos de processos erosivos, atrelados às condições atuais de conservação do solo.

De acordo com Park e Burt (2002), em materiais de origem semelhantes, os aspectos topográficos são os mais importantes indicadores na variação nas propriedades do solo. Ghidin et al. (2006), Campos et al. (2007) e Montanari et al. (2010) também desenvolveram trabalhos que comprovaram essa relação.

Boulet et al. (1982) sugeriram uma análise bidimensional do relevo que busca compreender as variações do sistema pedológico e sua distribuição horizontal/lateral na paisagem. Fumiya, (2013) identificou Nitossolos latossólicos e Cambissolos em vertente, através dessa metodologia como objetivo em estudos em topossequência sobre basalto em Marumbi, PR. Ghidin et al. (2006) e Silva et al. (2009) também realizaram caracterizações morfológicas em solos oriundos de basalto no Paraná.

No presente trabalho foram realizadas sondagens conforme os princípios de Boulet et al. (1982) em vertente de forma convexa no topo e côncava na base. Análises macromorfológicas, granulométricas, químicas e mineralógicas foram realizadas com o objetivo de interpretar a gênese relacionada com a dinâmica do relevo, caracterizar e identificar os solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada no norte do Estado do Paraná, distrito de Maravilha, Londrina - PR, entre as coordenadas 23°41'88,21" de latitude sul e 51°03'94,59" de longitude oeste. A propriedade está situada às margens do ribeirão dos Apertados, afluente do rio Tibagi, com área total de 400 ha, sendo que o recorte escolhido apresenta aproximadamente 50 ha.

Na área estudada, resgatando um histórico de 15 anos, o uso se restringiu a vegetação composta por gramíneas do gênero *Brachiaria*, em pastoreio contínuo. No total foram realizadas 11 sondagens desde o topo até a base da vertente (sopé). A descrição dos perfis seguiu a metodologia de Santos et al. (2005) e os solos foram classificados até o quarto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). As cores seca e úmida dos pontos foram determinadas com o auxílio da Carta Munsell.

A distribuição das tradagens ao longo da pedossequência foi determinada a partir dos princípios de Boulet et al. (1982), também adotada por Fumiya (2013). A técnica consiste em uma análise da cobertura pedológica através de sondagens do topo até a base da vertente (perpendicular as curvas altimétricas), sendo possível constatar variações verticais e horizontais presentes no solo, e a relação com outros elementos da paisagem, como quebras de relevo. O relevo possui vertentes planas à onduladas, com predominância de forma côncava. As tradagens foram realizadas no sentido NO-SE, totalizando 940 metros de extensão. As unidades de vertente foram classificadas de acordo com o modelo de Dalrymple, Blong e Conacher (1968).

Para descrição e caracterização das sondagens, demarcou-se um transecto e coletou-se as amostras com o auxílio de trado. Em cada ponto as amostragens chegaram até 1,95 m de profundidade ou até contato lítico, ou presença de zona saturada. As amostras foram dispostas na superfície em sacos plásticos para identificação e separação dos horizontes, feitas através de variações de cor, textura, consistência, cerosidade e presença de calhaus ou cascalho.

O primeiro ponto foi localizado no topo da vertente. Para a execução do transecto foi preparado um perfil pedomorfológico a partir de 11 sondagens que teve por base a confecção do mapa planialtimétrico (Figura 1) realizado após a coleta de 116 pontos georreferenciados com Gps Garmin modelo 60CSX, estabelecidos através de gride aleatório.

Após a coleta dos pontos, as coordenadas foram transportadas para o Google Earth como ferramenta de apoio, para subtrair a informação de altimetria (coordenada Z). A altimetria foi usada na interpolação dos pontos, para a criação de um modelo digital de elevação no software topográfico Datageosis, utilizado na geração das curvas de nível. Por fim, foram transportados para o AutoCAD Map 3D 2016 para o tratamento final dos dados.

Para a coleta dos solos, foram marcados pontos com estacas a um espaçamento de 50 metros aproximadamente, de acordo com observação do mapa planialtimétrico confeccionado. No total foram marcados e descritos 11 perfis de solo. A coleta foi realizada em partes representativas da paisagem, realizada com o auxílio de trado holandês (material inoxidável). Em seguida, as amostras foram colocadas sobre plásticos abertos e esticados para a descrição e separação dos horizontes. Posteriormente, foram então identificadas e levadas para o laboratório, para secarem ao ar em temperatura ambiente. Após a secagem as amostras foram peneiradas em malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), para a efetivação das análises químicas e granulométricas.

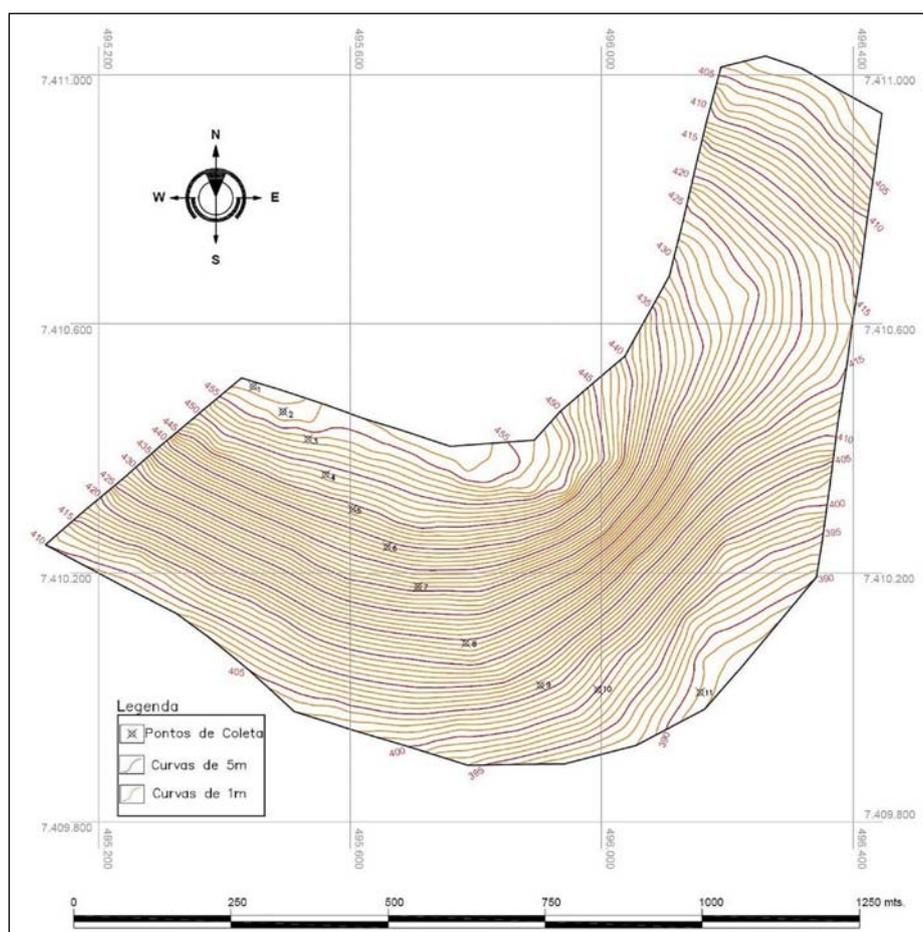


Figura 1. Mapa planialtimétrico de pedossequência localizada em Londrina, PR.

As análises químicas seguiram o padrão descrito no manual de análises químicas proposto por Pavan et al. (1992). Os atributos analisados foram: potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e alumínio trocáveis (Al^{3+}), pH, acidez potencial $H^+ + Al^{3+}$ e carbono orgânico das amostras. Os valores de CTC (capacidade de troca de cátions), soma (SB) e saturação de bases ($V\%$) foram calculados com base nos resultados das análises.

Determinaram-se o pH $CaCl_2$, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), K^+ trocável através de extração MEHLICH-1. Os teores de Al, Ca e Mg trocáveis foram extraídos com KCl 1,0 mol L^{-1} e determinados por absorção atômica, conforme descrito em Pavan et al. (1992).

A partir desses resultados foram calculados a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação de bases (V). A soma de bases é obtida pela soma dos valores dos cátions trocáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ . A capacidade de troca de cátions pode ser obtida pela soma das bases com a acidez potencial. A saturação de bases ($V\%$) é estimada da relação entre a soma de bases e a capacidade de troca de cátions a pH 7,0, $V = (SB/CTC) \times 100$ (CAMARGO et al., 2009).

O carbono total foi determinado pelo método Walkley e Black também utilizando as metodologias descritas em Pavan et al. (1992). A partir do valor de carbono orgânico calculou-se os teores de matéria orgânica seguindo a equação: M.O. (%) = C (%) x 1,724.

Para a análise granulométrica foi utilizado o método da pipeta com agitação lenta (CLAESSEN, 1997).

Já a determinação dos teores totais de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 nos horizontes diagnósticos foi estimada em amostras de solo moídas a 0,149 mm. O equipamento utilizado foi um

espectrofotômetro de fluorescência de raio-X S8 TIGER Series 2 Wdxf da marca Bruker por dispersão de comprimento de onda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição Geral da Pedossequência

A partir da análise do transecto e do mapa planialtimétrico foi possível verificar grande amplitude na altimetria. O transecto no sentido NO-SE apresentou 70 m de amplitude, entre as cotas 458 e 388 m em uma distância de 935 m, conforme pode ser verificado na Figura 1.

O primeiro ponto se encontra em uma cota de aproximadamente 458 m e o último de 388 m, sob relevo de forma convexa no topo e côncava na base. Montanari et al. (2005) em estudos entre feições côncavas e lineares, constataram que a forma côncava proporcionou maior variação das propriedades dos solos, teor de matéria orgânica e taxa de erosão, quando comparada a feição topográfica linear da vertente, o que demonstra sua importância em estudos de identificação e conservação dos solos.

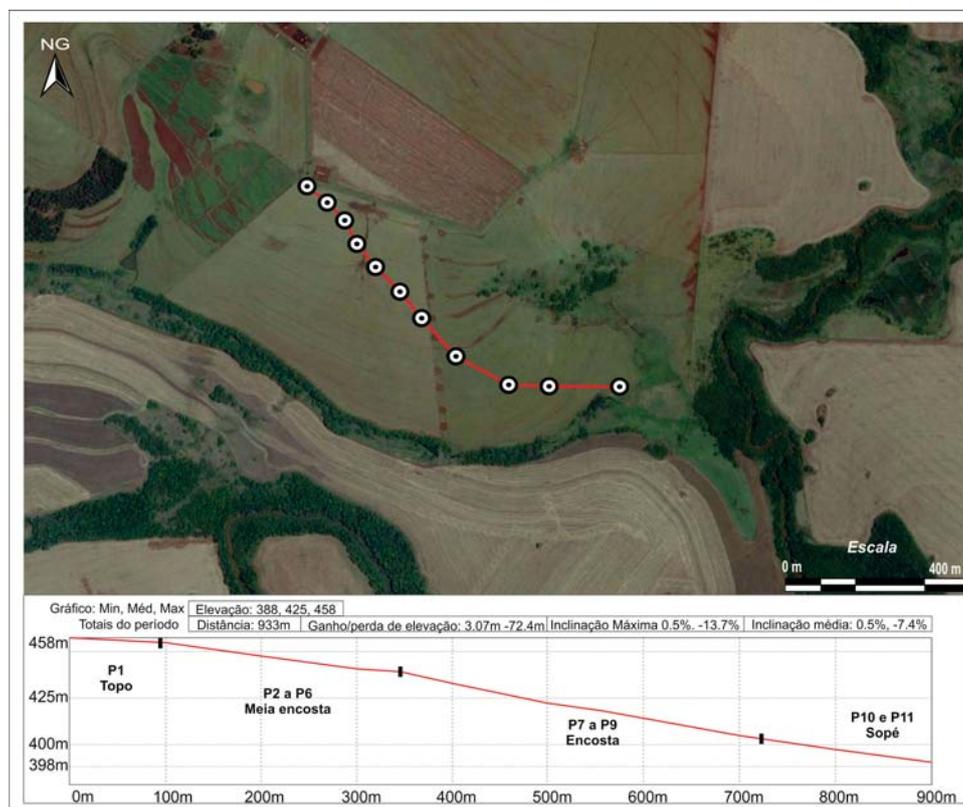


Figura 2. Perfil topográfico sentido noroeste à sudeste, Londrina, PR.

Seguindo a distribuição das classes de declividade da Embrapa (2018) a superfície topográfica do transecto obteve declividades classificadas em: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%) e ondulado (8-20%). Com base nessa identificação relacionada com aspectos presentes no solo e outros elementos na paisagem, a vertente foi caracterizada em quatro diferentes segmentos: topo, meia encosta, encosta e sopé conforme figura 2.

O perfil 1 localiza-se em relevo plano, no topo da vertente. Do perfil 2 até o 6 a declividade é suave ondulada, variando de 5,1 % a 6,6 %, e foi considerado segmento

meia encosta, de acordo com os cálculos obtidos através do mapa planialtimétrico. Posteriormente, no sétimo perfil (P7), identificou-se o relevo em encosta, onde, conforme variações perceptíveis, o declive se acentua pouco mais que os perfis anteriores, seguindo mesmo padrão de declividade até o antepenúltimo ponto (P9). Este segmento apresenta sinais de erosão laminar e os perfis acompanham uma mesma dinâmica no relevo, dos fluxos hídricos em direção ao ribeirão dos Apertados. Os dois últimos perfis (P10) e (P11) foram definidos por representar a área de sopé da vertente, por estarem em compartimento de baixada em declividade menos acentuada que os pontos imediatamente anteriores.

Para a coleta dos solos, foram marcados pontos com estacas a um espaçamento de 50 metros aproximadamente, de acordo com observação do mapa planialtimétrico confeccionado. No total foram marcados e descritos 11 perfis de solo. A coleta foi realizada em partes representativas da paisagem, realizada com o auxílio de trado holandês (material inoxidável). Em seguida, as amostras foram colocadas sobre plásticos abertos e esticados para a descrição e separação dos horizontes. Posteriormente, foram então identificadas e levadas para o laboratório, para secarem ao ar em temperatura ambiente. Após a secagem as amostras foram peneiradas em malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), para a efetivação das análises químicas e granulométricas.

Macromorfologia e Identificação dos Solos

Neste tópico será apresentada a descrição da macromorfologia, a identificação dos solos e suas relações com a paisagem ao longo da pedossequência.

O primeiro perfil está localizado no topo da vertente em declive de 1,2%, relevo plano de acordo com Embrapa, (2018). Os horizontes apresentaram cores homogêneas, com matiz 10R, valor e croma 3/3 nas duas primeiras camadas e 10R 3/4 na demais (Tabela 1). Valores e cromas menores em superfície demonstram tons mais escuros, podendo estar relacionados a maiores conteúdos de matéria orgânica.

Os conteúdos de argila encontrados no perfil 1 variaram de 495 a 565 g kg⁻¹ (Tabela 2), classificados como argilosos. Foi possível observar maior concentração de argila na camada AB com valor de 565 g kg⁻¹ e também menor concentração de silte (195 g kg⁻¹). A homogeneidade entre os atributos morfológicas das camadas e a estrutura “pó de café” em Bw foram essenciais para a identificação desse perfil como Latossolo.

Nos horizontes do perfil 2, onde inicia-se a meia encosta, foram encontradas cores homogêneas para as quatro camadas, de matiz 10R, valores/ cromas 3/3 na camada superficial e 3/4 nas demais (Tabela 1). A presença de cerosidade no HBt foi essencial para a identificação da classe de solo, presente em todos os perfis de Nitossolo Vermelho.

As consistências variaram de macia a muito dura nas amostras secas e muito friável a dura nas úmidas. Todos os horizontes apresentaram plasticidade e muita pegajosidade.

Tabela 1. Macromorfologia de perfis de solos desenvolvidos de basalto, Londrina, Paraná.

<i>Atributos do solo</i>						
<i>Horizonte</i>	<i>Prof.</i> <i>(cm)</i>	<i>Cor</i> úmida	<i>Consistência (1)</i>			<i>Cerosidade</i> <i>(2)</i>
			<i>Seca/úmida</i>	<i>Plast</i>	<i>Pegaj</i>	
<i>Latossolo Vermelho distroférico típico</i>						
P1 A	0-18	10R 3/3	d/fri	lp.	mpg.	-
P1 AB	18-60	10R 3/3	md/fri	lp.	mpg.	-
P1 BA	60-110	10R 3/4	d/fri	lp.	mpg.	-
P1 Bw	110-160	10R 3/4	m/fri	lp.	mpg.	-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico latossólico</i>						
P2 A	0-20	10R 3/3	ma/mf.	lp.	mpg.	-
P2 Bt	20-65	10R 3/4	m/fri.	lp.	mpg.	pr.
P2 Bw	65-135	10R 3/4	m/fri.	lp.	mpg.	-
<i>Cambissolo háplico Tb eutroférico</i>						
P3 A	0-20	10R 3/3	m/fri.	np.	mpg.	-
P3 Bi	20-80	10R 3/3	md/fri.	lp.	mpg.	-
P3 C	80-110	5YR 6/8*				-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico latossólico</i>						
P4 A	0-30	10R 3/3	d/fri.	lp.	lpg.	-
P4 Bt	30-84	10R 3/4	md/fri.	p.	mpg.	pr.
P4 Bw	84-130	10R 3/4	d/fri.	p.	mpg.	-
<i>Nitossolo vermelho distroférico latossólico</i>						
P5 A	0-20	10R 3/4	d/fri	p.	pg.	-
P5 Bt1	20-62	10R 3/4	md/fri.	p.	mpg.	pr.
P5 Bt2	62-117	10R 3/4	md/fri	p.	mpg.	pr.
P5 Bw	117-150	10R 3/6	m/fri.	p.	pg.	-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico latossólico</i>						
P6 A	0-25	10R 3/4	ld/fri	p.	pg.	-
P6 Bt	25-125	10R 3/4	md/fri	p.	mpg.	pr.
P6 Bw	125-160	10R 3/4	ld/fri	lp.	pg.	-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico latossólico</i>						
P7 A	0-15	10R 3/3	ld/fri	lp.	pg.	-
P7 Bt1	15-77	10R 3/3	md/fri	p.	mpg.	pr.
P7 Bt2	77-120	10R 3/3	md/fri	p.	mpg.	pr.
P7 Bw	120-155	10R 3/3	d/fri	p.	pg.	-

Continua

Continuação

<i>Atributos do solo</i>						
<i>Horizonte</i>	<i>Prof.</i> <i>(cm)</i>	<i>Cor</i> úmida	<i>Consistência (1)</i>			<i>Cerosidade</i> <i>(2)</i>
			<i>Seca/úmida</i>	<i>Plast</i>	<i>Pegaj</i>	
<i>Nitossolo vermelho eutroférico latossólico</i>						
P8 A	0-15	10R 3/4	ld/ fri	p.	pg.	-
P8 Bt1	15-62	10R 3/4	md/ fri.	mp.	mpg.	pr.
P8 Bt2	62-130	10R 3/6	md/ fri.	mp.	mpg.	pr.
P8 Bw	130-160	10R 3/6	d/ fri.	p.	pg.	-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico típico</i>						
P9 A	0-15	10R 3/4	d/ fri.	p.	pg.	-
P9 Bt	15-80	10R 3/6	md/mf.	p.	mpg.	pr.
P9 C	80-130	5YR 3/6*	m/ fri	lp.	-	-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico típico</i>						
P10 A	0-18	10R 3/4	ld/ fri.	p.	lpg.	-
P10 Bt1	18-85	10R 3/6	md/ fri	p.	lpg.	pr.
P10 Bt2	85-147	10R 3/6	md/ fri.	p.	lpg.	pr.
P10 BC	147-195	10R 3/4*	md/ fri	p.	pg.	-
<i>Nitossolo vermelho eutroférico latossólico</i>						
P11 A	0-25	10R 3/4	md/ fri.	lp.	lpg.	-
P11 Bt1	25-70	10R 3/6	md/ fri.	p.	pg.	pr.
P11 Bt2	70-150	2,5YR 5/6	md/ fri.	p.	pg.	pr.
P11 Bw	150-195	2,5YR 3/6	d/ fri	p.	mpg.	-

* Mosq: Mosqueado; po: pouco; co: comum; di: distinto. *5YR 3/3; co. e di; 5YR 3/6; co. e di; 2,5YR 4/0; di. ⁽²⁾ m: macia; ld: ligeiramente dura; d:dura; md: muito dura; ed: extremamente dura; mfri: muito friável; fri: friável; fir: firme; mfir: muito firme; ef: extremamente firme; np: não plástica; lp: ligeiramente plástica; mp: muito plástica; lpg: ligeiramente pegajosa; pg: pegajosa; mpg: muito pegajosa⁽³⁾ pr: presente.

Os valores de argila encontrados em todos os horizontes do perfil 2 (Tabela 2) ficaram acima de 500 g kg⁻¹. Foi possível observar maior conteúdo de argila no horizonte Bt com 560 g kg⁻¹. Ferreira et al. (2002) avaliando um perfil de Nitossolo Vermelho desenvolvido de basalto da região do Triângulo Mineiro (MG) em uma profundidade de 40-60, cm abrangendo o horizonte Bt, obtiveram valores de 100 g kg⁻¹ de areia, 210 g kg⁻¹ de silte e 690 g kg⁻¹ de argila. Sousa Junior e Demattê (2008) verificaram porcentagem significativa de Nitossolos (17%) em área de superfície ondulada em recorte de 9.000 ha na região de Ibaté e São Carlos, SP. Reis, Barros e Reis (2004) também verificaram predominância de Nitossolos em superfícies onduladas na região de Bandeirantes, PR.

O P3 está localizado na meia encosta em declividade de aproximadamente 7,5%. As amostras de seus horizontes A e Bi apresentaram matizes 10R valor/ croma de 3/4 para as amostras úmidas. Mudança abrupta de cor foi verificada no horizonte C (5YR 6/8), com presença de mosqueados e material rochoso (minerais primários pouco intemperizados,

em tamanhos acima da fração areia). Os conteúdos de argila dos horizontes HA e HBi ficaram acima de 460 g kg^{-1} classificando-os como argilosos (Tabela 2). Já, no HC o teor de argila foi de apenas 370 g kg^{-1} , sendo classificado como franco argiloso, resultado esperado para horizontes pouco intemperizados.

Marques et al. (2007) avaliando um Cambissolo Háplico de Fernando de Noronha desenvolvido de material vulcânico observaram 648 g kg^{-1} de argila na camada superficial e 400 g kg^{-1} de argila no horizonte C. Esta classe de solo se desenvolve em sua grande maioria em relevo declivoso (BONNA, 2011; EMBRAPA, 2018), favorecendo processos erosivos dos horizontes superficiais, conforme os resultados obtidos por Benavides Silva e Machado (2014). A presença dessa classe na pedossequência sugere cautela no uso dos solos, pois os horizontes A e B podem ser removidos facilmente pela erosão deixando exposto o horizonte C, se não houver uso adequado. Silva et al. (2009) obtiveram na região de Lavras, MG perdas de $175,0$ e $13,4 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em média para Cambissolo Háplico Tb distrófico típico textura argilosa e Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura muito argilosa, respectivamente.

As cores encontradas no quarto perfil foram homogêneas com matiz 10R e valor e croma 3/3 na camada superficial e 3/4 nas demais. As quantidades de argila ficaram acima de 410 g kg^{-1} para todos os horizontes (Tabela 2). Foi possível observar maior concentração de argila na camada Bw com 495 g kg^{-1} , o que pode revelar perda de argila das camadas superficiais, possivelmente em função de argiluviação ou elutriação, definidas como erosão seletiva de partículas finas nas camadas superficiais (KER et al., 2012).

De acordo com Ferreira et al. (2002) os Nitossolos Vermelhos são mais suscetíveis às erosões laminares em comparação aos Latossolos Vermelhos, em função de diferenças na velocidade de infiltração de água.

Em relação ao quinto perfil, as cores dos horizontes também foram homogêneas, com matiz 10R e valor/croma variando de 3/4 a 3/6 (Tabela 1). No horizonte Bw o aspecto friável é comum, pois apresentam normalmente estrutura granular “pó de café”, diferente dos horizontes Bt que mantêm estrutura em blocos e prismas. Os conteúdos de argila encontrados nos horizontes do perfil 5 (Tabela 2) ficaram acima de 460 g kg^{-1} classificados como argilosos. Foi possível observar maior concentração de argila nas duas últimas camadas Bt2 e Bw de 600 g kg^{-1} , podendo ser também por perda de argila da camada superficial por argiluviação e/ou elutriação, como discutido anteriormente. Meireles et al. (2012) em estudos de uma topossequência sobre basalto na região de Batatais, SP em perfil de Nitossolo Vermelho eutroférrico típico, obtiveram 470 g kg^{-1} de argila na camada A e 580 g kg^{-1} no Bt2 entre 87-105 cm, valores próximos aos obtidos em mesmas profundidades para esse perfil.

Ainda em meia encosta, o sexto perfil também apresentou cores homogêneas, de matiz 10R, com valor/croma 3/4 para todos os horizontes (Tabela 1). A menor concentração de argila ocorreu também no HA, com 475 g kg^{-1} (Tabela 2).

De modo geral os perfis descritos em meia encosta apresentaram atributos físicos semelhantes, com exceção do P3, classificado como Cambissolo. Os demais perfis foram todos classificados como Nitossolos, com variações apenas em terceiro nível categórico, como pode ser verificado na tabela 1.

O próximo segmento, encosta, se inicia no perfil 7 e permanece até o perfil 9.

Os matizes verificados no perfil 7 foram 10R, com valor/croma 3/3 para todos os horizontes (Tabela 2). Observou-se também no perfil 7 menor concentração de argila na

camada superficial (635 g kg^{-1}), no entanto, para este perfil, todos horizontes apresentaram conteúdos de argila acima de 600 g kg^{-1} , sendo classificados como muito argilosos.

A sequência de horizontes identificada no P8 foi a mesma do P7. Também de coloração avermelhada e homogênea, com cores secas 10R de matiz, valor/croma 3/4 nas camadas superficiais e 3/6 nas demais. Os conteúdos de argila encontrados no perfil 8 também ficaram acima de 600 g kg^{-1} em todos os horizontes. Observou-se maior concentração de argila no horizonte Bt2 com 835 g kg^{-1} .

Medeiros et al. (2018) em um perfil de Nitossolo Vermelho desenvolvido de basalto em Araruna, PR, obtiveram valores mais baixos de argila em horizontes B-níticos, variando de 470 à 580 g kg^{-1} , mais parecidos com os Nitossolos do segmento anterior (P2, P4, P5 e P6). Essa diferenciação de processo evolutivo do relevo pode estar atrelada à erosão atuante em toda vertente, seguindo teorias de Davis, iniciando pelo rejuvenescimento, época onde ocorreu o soerguimento relativo continental e incisão de vales. Posteriormente houve a regressão das encostas formando um perfil convexo no topo e côncavo na base (VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005) como configura-se o recorte escolhido.

No perfil 9, último perfil do segmento encosta, foi constatada a presença de HC na base do perfil, com mosqueados e presença de materiais rochosos. Os conteúdos de argila encontrados no perfil 9 foram de 555, 770 e 340 g kg^{-1} nos horizontes HA, HBt e HC, respectivamente. Esse perfil, P9, foi o único do segmento a ser classificado como Nitossolo típico, como pode ser verificado na tabela 1.

No sopé da vertente situam-se os perfis P10 e P11, sob relevo suave ondulado. Na base do P10 foi possível verificar material condizente com redução de ferro, provavelmente em função de proximidade de aquífero freático ou zona de maior saturação de água. Os conteúdos de argila desse perfil variaram com a profundidade (Tabela 2). Foi possível observar uma maior concentração de argila no horizonte Bt1, com 810 g kg^{-1} , já, na última camada, apenas 415 g kg^{-1} de argila.

Localizado próximo às margens do ribeirão dos Apertados, o perfil 11, último do transecto, apresentou cores homogêneas e menor variação nos teores de argila em relação ao P10. Embora na data de coleta não tenha sido encontrada zona de saturação de água, como verificado no P10, as características morfológicas deste perfil se alinham as condições de sopé, com acúmulo de matérias trazidos das partes mais altas da pedossequência e, portanto, maior espessura que o perfil anterior.

Os dois perfis do sopé foram identificados como Nitossolo Vermelho com variações no 4º nível categórico.

Caracterização química dos solos

Os valores de $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ indicaram baixa acidez, com valores acima de 5,0 na maioria das amostras, exceto para os horizontes A nos perfis 7, 8, 9 e 10, o que segundo Souza e Lobato (2004) são considerados pH de médio a adequado. Não foram verificadas grandes variações nos valores de pH entre os horizontes, no entanto, com exceção dos perfis P5 e P10, todos apresentaram aumento de pH em profundidade, o que está de acordo com os resultados apresentados por Rodrigues e Klamt (1978) que verificam que o pH aumentou em 0,5 unidades, com a profundidade.

Tabela 2. Resultados dos atributos físicos e químicos dos solos desenvolvidos de basalto, Londrina, Paraná.

<i>Atributos do solo</i>													
<i>Horizonte</i>	<i>Prof.</i>	<i>Argila</i>	<i>Silte</i>	<i>Areia</i>	<i>pH</i>		<i>M.O.</i>	<i>Ca²⁺</i>	<i>Mg²⁺</i>	<i>K⁺</i>	<i>SB</i>	<i>CTC</i>	<i>V</i>
	<i>-----cm-----</i>	<i>-----g kg⁻¹-----</i>			<i>CaCl₂</i>	<i>H⁺+Al³⁺</i>	<i>gkg⁻¹</i>	<i>-----cmol_c kg⁻¹-----</i>					<i>%</i>
P1 A	0-18	495	280	225	5,2	6,2	24,1	3,62	2,43	1,37	7,42	13,63	54
P1 AB	18-60	565	195	240	5,3	2,9	9,35	1,30	0,89	0,64	2,82	5,77	48
P1 BA	60-110	545	230	225	5,8	3,9	1,56	2,30	1,59	0,16	4,05	8,02	50
P1 Bw	110-160	515	215	270	6,0	6,6	5,45	2,23	1,55	0,39	4,16	10,84	38
P2 A	0-20	505	260	235	5,0	6,6	21,8	3,36	2,39	1,24	6,99	13,68	51
P2 Bt	20-65	560	195	245	5,6	4,2	6,23	2,78	1,42	0,31	4,52	8,80	51
P2 Bw	65-135	505	235	260	5,9	3,4	3,90	2,01	1,51	0,00	3,52	6,94	50
P3 A	0-20	465	255	280	5,3	6,2	26,4	5,07	2,38	0,80	8,26	14,47	57
P3 Bi	20-80	550	195	255	5,5	4,6	6,23	3,99	1,57	0,29	5,85	10,46	55
P3 C	80-110	370	220	410	5,8	4,2	3,90	3,77	1,56	0,16	5,49	9,77	56
P4 A	0-30	410	310	280	5,0	3,1	24,1	3,90	2,39	0,74	7,02	10,20	68
P4 Bt	30-84	470	240	290	5,7	4,2	7,79	3,00	1,30	0,17	4,47	8,75	51
P4 Bw	84-130	495	240	265	5,9	3,6	3,12	2,23	1,10	0,17	3,51	7,19	48
P5 A	0-20	460	265	275	5,1	6,2	20,2	3,67	2,32	0,87	6,86	13,07	52
P5 Bt1	20-62	570	190	240	5,4	4,6	8,57	3,38	2,33	0,35	6,06	10,67	56
P5 Bt2	62-117	600	145	255	5,0	5,3	1,56	2,92	2,21	0,02	5,14	10,49	49
P5 Bw	117-150	600	155	245	5,0	5,3	0,78	1,27	0,21	0,00	1,48	6,83	21
P6 A	0-25	475	275	250	5,0	6,6	16,3	4,52	2,31	1,29	8,12	14,81	54
P6 Bt	25-125	605	150	245	5,6	4,2	7,01	4,23	1,50	0,55	6,28	10,56	59
P6 Bw	125-160	585	155	260	6,0	3,6	18,7	2,52	2,08	0,17	4,78	8,46	56
P7 A	0-15	635	210	155	4,8	7,7	22,60	3,90	2,05	0,78	6,73	14,49	46
P7 Bt1	15-77	745	170	85	5,3	3,6	10,13	3,80	1,48	0,00	5,28	8,96	58
P7 Bt2	77-120	745	155	100	5,6	4,2	6,23	3,43	1,50	0,02	4,94	9,22	53
P7 Bw	120-155	740	185	75	5,9	3,6	1,56	2,31	2,14	0,02	4,47	8,15	54

Continua

Continuação

Atributos do solo														
Horizonte	Prof.	Argila	Silte	Areia	pH		M.O.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	V	
	-----cm-----	-----g kg ⁻¹ -----			CaCl ₂	H ⁺ +Al ³⁺	gkg ⁻¹	-----cmol _c kg ⁻¹ -----						%
P8 A	0-15	610	225	165	4,9	7,2	23,38	3,88	2,11	0,74	6,73	13,93	48	
P8 Bt1	15-62	765	145	90	5,0	5,3	9,35	6,00	2,24	0,11	8,35	13,70	60	
P8 Bt2	62-130	835	100	65	5,5	3,9	4,68	3,59	1,49	0,00	5,08	9,05	56	
P8 Bw	130-160	770	150	80	5,8	3,6	2,34	2,52	1,93	0,02	4,46	8,14	54	
P9 A	0-15	555	345	100	4,7	7,2	18,70	2,85	1,57	0,57	4,98	12,18	40	
P9 Bt	15-80	770	125	105	5,3	4,6	6,23	3,57	1,53	0,00	5,10	9,71	52	
P9 C	80-130	340	100	560	5,7	4,2	0,00	3,58	1,60	0,02	5,20	9,48	54	
P10 A	0-18	575	130	295	4,7	7,2	17,92	4,37	1,65	0,46	6,48	13,68	47	
P10 Bt1	18-85	810	65	125	5,5	4,2	3,90	4,99	1,86	0,00	6,85	11,13	61	
P10 Bt2	85-147	765	225	10	5,5	4,6	3,12	3,67	2,25	0,00	5,93	10,54	56	
P10 BC	147-195	415	290	295	4,5	7,7	0,78	2,20	2,76	0,07	5,03	12,79	39	
P11 A	0-25	525	220	255	5,1	7,2	19,48	7,09	2,68	0,03	9,80	17,00	57	
P11 Bt1	25-70	490	185	325	5,1	6,2	10,91	2,90	3,00	0,00	5,90	12,11	48	
P11 Bt2	70-150	730	135	135	5,0	5,3	3,12	2,91	2,73	0,04	5,67	11,02	51	
P11 Bw	150-195	805	100	95	5,2	4,2	0,78	7,23	3,41	0,07	10,64	14,92	71	

*M.O.= matéria orgânica; Ca= cálcio; Mg= magnésio; K= potássio; SB= soma de bases; CTC pH7= capacidade de troca de cátions em pH 7; V= saturação por bases.

Para os teores de matéria orgânica, verificou-se pequenas variações entre os perfis avaliados (Tabela 2). Para todos os perfis houve decréscimo de matéria orgânica com a profundidade, o que é esperado para maioria dos solos, exceto Espodosolos e Neossolos Flúvicos.

Os valores de SB dos perfis de 1 a 7 decresceram em profundidade, já para os demais, essa tendência se inverteu. Esse fato pode estar ligado à posição dos perfis ao longo do transecto, onde a erosão e elutriação arrastam materiais e possíveis corretivos e fertilizantes das partes mais altas e depositam nas partes mais baixas. Bem como o formato do relevo de forma convexa no topo e côncava na base.

A maioria dos perfis, exceto 1 e 5, obteve alta saturação de bases (V>50%) nos horizontes diagnósticos o que reflete a riqueza do material de origem em bases trocáveis. Ademais, todos os horizontes diagnósticos apresentaram caráter férrico (Fe₂O₃ 180 g kg⁻¹ a < 360 g kg⁻¹) (EMBRAPA, 2018), como pode ser visto na tabela 3.

Os valores da capacidade de troca catiônica (CTC) diminuíram com a profundidade (Tabela 2), estando esses resultados coerentes. A CTC é importante pela relação com a floculação, estruturação do solo, retenção de água e consistência, estando diretamente relacionado à erosão.

Já a acidez potencial (H⁺+Al³⁺) em quase todos os perfis, com exceção do 4 e 10, aumentou em profundidade, aparentemente não havendo relação direta com suas posições na vertente.

De maneira geral os atributos químicos permitem inferir que as condições atuais dos solos são condizentes com áreas em bom estado de conservação, o que pode estar ligado à reforma de pastagem realizada pelo produtor no ano de 2014, ou seja, quatro anos antes da realização desse estudo. Critérios como taxa de lotação e demais informações não foram avaliados.

Caracterização mineralógica dos solos

Na Tabela 3 estão apresentados os teores de elementos totais dos horizontes diagnósticos dos 11 perfis da pedossequência, avaliados pelo método da fluorescência de raio-x. Também estão apresentados os valores das relações Ki e Kr, calculados por meio dos teores totais de Si, Al e Fe, com a finalidade de inferir sobre o estágio de intemperização dos solos. Os índices de Ki e Kr foram calculados respectivamente pelas relações moleculares $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$.

Tabela 3. Elementos totais dos horizontes diagnósticos. Londrina, Paraná

<i>Elementos totais dos H-diagnósticos</i>							
<i>Perfil</i>	<i>Horizonte</i>	<i>Profundidade</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Ki</i>	<i>Kr</i>
		<i>-----cm-----</i>		<i>-----g kg⁻¹-----</i>			
1- LVdf ¹	Bw	60-110	244,0	256,0	232,0	1,78	1,05
2- NVe ²	Bt	20-65	245,0	256,0	228,0	1,82	1,06
3- CXbef ³	Bi	20-80	214,0	274,0	214,0	1,70	0,93
4- NVe ⁴	Bt	30-84	250,0	245,0	264,0	1,60	1,00
5- NVdf ⁵	Bt2	62-117	258,0	225,0	240,0	1,82	1,14
6- NVe ⁶	Bt	25-125	301,0	224,0	270,0	1,89	1,23
7- NVe ⁷	Bt2	77-120	300,0	229,0	251,0	2,03	1,28
8- NVe ⁸	Bt2	62-130	262,0	207,0	235,0	1,89	1,21
9- NVe ⁹	Bt	15-80	328,0	206,0	257,0	2,16	1,43
10- NVe ¹⁰	Bt2	85-147	309,0	221,0	255,0	2,06	1,32
11- NVe ¹¹	Bt2	70-150	280,0	244,0	225,0	2,11	1,69

ki: relação molar $1,7 \times (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$. kr: $1,7 (\text{SiO}_2/[\text{Al}_2\text{O}_3 + (0,64 \text{Fe}_2\text{O}_3)])$. ¹ Latossolo vermelho distroférico típico. ² Nitossolo vermelho eutroférico latossólico. ³ Cambissolo háptico Tb eutroférico. ⁴ Nitossolo vermelho eutroférico latossólico. ⁵ Nitossolo vermelho distroférico latossólico. ⁶ Nitossolo vermelho eutroférico latossólico. ⁷ Nitossolo vermelho eutroférico latossólico. ⁸ Nitossolo vermelho eutroférico latossólico. ⁹ Nitossolo vermelho eutroférico típico. ¹⁰ Nitossolo vermelho eutroférico típico. ¹¹ Nitossolo vermelho eutroférico latossólico.

Verificou-se predomínio de Fe_2O_3 sob SiO_2 e Al_2O_3 nos horizontes diagnósticos dos três primeiros perfis. Para os demais (5 ao 11), exceção ao P4 onde o teor de Al_2O_3 foi o maior entre os óxidos avaliados, os teores de SiO_2 foram sempre maiores do que os de Fe_2O_3 e Al_2O_3 caracterizando-os como menos intemperizados ou menos evoluídos. Esses resultados estão condizentes com as observações realizadas em campo, que revelou diversos horizontes com a presença de minerais primários nos perfis de relevos mais acentuados entre a encosta e o sopé.

Os maiores conteúdos de SiO_2 nos solos de encosta e sopé podem estar ligados ao transporte lateral de SiO_2 , corroborando com Ghidin et al., (2006) que também obtiveram maiores teores de SiO_2 em solos de posições mais baixas na topossequência.

De modo geral, os teores de Fe_2O_3 em todos os horizontes diagnósticos foram altos, maiores que 180 g kg^{-1} caracterizando-os como férricos. As maiores quantidades de Fe_2O_3 foram encontradas nos perfis das partes mais altas (P1 a P3) o que pode estar ligado a maior aeração dos solos e então processos de oxidação mais acentuados (PEREIRA et al., 2010).

Observou-se, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, que os valores de Ki e Kr de todos os perfis foram maiores que 0,75 e, portanto, de caráter caulinitico.

Os maiores valores de Ki foram verificados nos perfis 7, 9, 10 e 11, solos localizados na parte mais baixa do transecto, que aparentemente estão relacionados com os maiores teores de Si. Diferente de perfis que se localizam nas áreas mais altas em topo ou meia encosta, com menores valores de ki na pedossequência, o que indica maior nível de intemperismo.

CONCLUSÕES

As classes de solos identificadas foram Latossolo Vermelho distroférico típico, Nitossolos Vermelhos eutroféricos típicos, Nitossolos Vermelhos eutroféricos latossólicos, Nitossolos Vermelhos distroféricos latossólicos e Cambissolo Háplico Tb eutroférico.

Os perfis apresentaram menores teores de argila nos horizontes superficiais, possivelmente em função de argiluviação ou elutriação, erosão seletiva de partículas finas nas camadas superficiais.

Verificou-se maiores teores de SiO_2 em perfis localizados na encosta e sopé, sendo solos menos intemperizados que os perfis do topo e meia encosta. Os perfis do topo e meia encosta, com exceção do perfil 4, apresentaram maiores teores de Fe_2O_3 . Altos valores de Ki foram encontrados nos perfis 7, 9, 10 e 11, solos localizados nas partes mais baixas do transecto, que aparentemente estão relacionados a menor grau de intemperismo ou, ao acúmulo de Si nas partes mais baixas da vertente, estando de acordo com a hipótese esperada, de que há um transporte das partes mais altas para as partes mais baixas da pedossequência.

O material de origem e o uso dos solos ao longo da pedossequência são os mesmos, portanto, as diferenças encontradas podem ser atribuídas às variações de declividade e formas do relevo, convexo no topo e côncavo na base.

REFERÊNCIAS

- BECK, F. L.; BOHNEN, H.; CABEDA, M.S.V.; CAMARGO, F.A.O.; KAMPF, N.; MEURER, E. J. Projeto pedagógico: ensino de graduação. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 2000, 26 p. (Boletim Técnico, n. 6) In: MEURER, E.J. **Fundamentos de Química do Solo**. 2. ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. 290 p.
- BENAVIDES SILVA, V. C.; MACHADO, P. S. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima - Minas Gerais. **Revista de Geografia**, Pernambuco, v. 31, n. 2, p. 66-87, mar. 2014.
- BONNA, J. L. **Mapeamento pedológico e de suscetibilidade erosiva no Alto Córrego Prata (Ouro Preto - MG)**. 2011. 119f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCA, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. **Cahiers ORSTOM Séries Pédologie**, v. 19, n. 4, p. 309-351, 1982.
- CAMARGO, O. A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do**

Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. (Boletim Técnico, 106).

CAMPOS, M. C. C. Relação solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 3, p. 963-982, 2012.

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

CLAESSEN, M.E.C.; BARRETO, W.O.; PAULA, J.L.; DUARTE, M.N. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Atual, 1997.

DALRYMPLE, J. B.; BLONG, R. J. & CONACHER, A. J. A hypothetical nine unit land a surface model. **Zeitschrift für Geomorphologie**, Stuttgart, v. 12, p. 60-76, 1968.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FERREIRA, M. M.; FERREIRA, L.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M.; DE LIMA, M. J.; SILVA, N. L. M.; VITONIRO, T. C. A.; Tipos de dispersantes, formas de agitação e suas relações com a erodibilidade de solos com alto teores de óxidos de ferro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 342-353, mar./abr., 2002.

FUMIYA, M. H. **Transformações estruturais em uma topossequência sobre basaltos em Marumbi - PR**. 2013. 96f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2013.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. F.; LIMA, V. C.; COSTA LIMA, J. M. J. Topossequências de latossolos originados de rochas basálticas no Paraná. I: mineralogia da fração argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, p. 293-306, 2006.

KER, J.C.; CURTI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDALTORRADO, P. (Eds.). **Pedologia: fundamentos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

MARQUES, F. A.; RIBEIRO, M. R. R.; BITTAR, S. M.; TAVARES FILHO, A. N. T.; LIMA NETO, J. A. & LIMA, J. F. W. F. Caracterização e classificação de Cambissolos do Arquipélago de Fernando de Noronha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1023-1034, 2007.

MEDEIROS, F. B.; MARCATTO, F. S.; SILVEIRA, H.; NÓBREGA, M. T. Avaliação da estabilidade de agregados e a vulnerabilidade à erosão ao longo de uma vertente no município de Araruna, região noroeste do Paraná-Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 55, p. 845-862, 2018.

MEIRELES, H. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; PEREIRA, G. T. Relações solo-paisagem em topossequência de origem basáltica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, p. 129-136, 2012.

MONTANARI, R.; MARQUEZ JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, Z. M.; CAMARGO, L. A. Caracterização mineralógica de Latossolos em diferentes feições do relevo na região de Jaboticabal, SP. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 21, n. 2, p. 191-199, 2010.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 2. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2005. 574 p.

PARK, S. J.; BURT, T.P. Identification and characterization of pedogeomorphological processes on a hillslope. **Soil Science Society of American Journal**, v. 66, p. 1897-1910, 2002.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. de; ZEMPULSKI, H. da C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40 p. (IAPAR Circular, 76).

REIS, T. E. S.; BARROS, O. N. F.; REIS, L. C. Utilização de sistema de informações geográficas para obtenção das cartas de solo e de declividade do município de Bandeirantes

- PR. **Geografia**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 1-17, 2004.
- RESENDE, M.; CURI, N., REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 6. ed. Viçosa, MG: NEPUT, 2014.
- RODRIGUES, T. E.; KLAMT, E. Mineralogia e gênese de uma sequência de solos do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, p. 132-139, 1978.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.
- SILVA, L.; EMER, A. A.; BORTOLINI, C. E.; ARRUDA, J. H. Estudo de um Nitossolo Vermelho com evidência de caráter coeso da Região Sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 301-304, 2009.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- SOUSA JUNIOR, J. G. de A.; DEMATTÊ, J. A. M. Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 449-456, 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**, v. 4, p. 85-144, 2005.