

Capítulo 15

Avaliação de ocorrência de descontinuidades litológicas em perfis da XIV RCC: proposta de métodos para o SiBCS

João Herbert Moreira Viana; José João Lelis Leal de Souza; Eliane de Paula Clemente



Foto: Sergio Hideiti Shimizu

1. INTRODUÇÃO

As reuniões de classificação e correlação de solos são um dos principais instrumentos para o desenvolvimento do *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (*SiBCS*) e, nesse sentido, contribuem para preencher as lacunas conceituais e práticas identificadas nele. Uma dessas lacunas diz respeito ao conceito de descontinuidade litológica (incluindo tanto descontinuidade de material originário

quanto descontinuidade litológica), que é mencionado e usado no SiBCS nas definições de B textural e de Cambissolos (Santos et al., 2018). Esse conceito não é definido explicitamente no sistema, nem são mencionados métodos sistemáticos para sua identificação. Isso deixa campo para interpretações subjetivas e pode causar dificuldades práticas na classificação correta de perfis de solo. A XIV Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos (XIV RCC) ocorreu em uma importante área de expansão agrícola (Goiás e Tocantins), com solos que são um desafio para a pedologia, como os Plintossolos. Tal cenário foi uma grande oportunidade de se testar métodos para a identificação de descontinuidades, que vão contribuir para o aprimoramento do sistema.

As descontinuidades podem indicar processos de transporte, deposição ou diferenças no material de origem (Schaetzl, 1996, 1998; Phillips; Lorz, 2008; Ahr et al., 2017). Como consequência, as descontinuidades podem afetar o comportamento físico e químico do solo. Por isso mesmo, sua identificação geralmente é feita por uma associação de métodos morfológicos, geoquímicos, mineralógicos e físico-químicos (Schaetzl, 1998; Soil Survey Staff, 2014; Ahr et al., 2017). Contrastos distintos entre cores, caráter errático da textura e teor de carbono orgânico são tradicionalmente utilizados. Entre os métodos geoquímicos, podem ser usados o teor de lantanídeos (Fernandes; Bacchi, 1998) e a diferença de razões TiO_2/ZrO_2 na fração areia entre as camadas (Chapman; Horn, 1968; Ávila, 2012; IUSS Working Group WRB, 2015; Waroszewski et al., 2015). Métodos mineralógicos incluem a variação do conteúdo de minerais de referência, como feldspatos (Karathanasis; Macneal, 1994) ou vidro vulcânico (Kuzila, 1995). Métodos que identificam as descontinuidades a partir de evidências biogênicas, menos comuns em estudos no Brasil, baseiam-se em mensuração de pólens (Waroszewski et al., 2015) ou de fitólitos (Karathanasis; Macneal, 1994). Outras técnicas mais avançadas, como o uso de isótopos cosmogênicos, também têm potencial de aplicação como ferramenta auxiliar (Braucher et al., 2004; Laureano et al., 2014).

O objetivo deste trabalho é avaliar alguns métodos para identificação da presença de descontinuidades nos perfis da XIV RCC, por meio das análises dos materiais coletados, usando os quantitativos das frações granulométricas (areias grossa, média e fina, silte, argila, cascalhos e calhaus) e de suas relações em horizontes ou camadas. Foram escolhidos os métodos que usam as análises de rotina por uma questão prática e operacional (em termos de facilidade e custo para os usuários), e, neste caso específico, por terem sido as análises disponíveis para o teste. Foram também usadas as informações constantes na descrição dos perfis, na medida em que pudesse ser interpretadas na identificação de critérios de campo. Essa

avaliação contribui para subsidiar a interpretação da gênese daqueles solos e para aprimorar o SiBCS, no que tange a esse tipo de característica, com propostas para a definição e a identificação das descontinuidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Perfis estudados

Foram selecionados os seguintes perfis, descritos e coletados conforme Santos et al. (2015) para a XIV RCC (vide Capítulo 7), para a avaliação de eventuais descontinuidades litológicas (Tabela 1).

Tabela 1. Perfis selecionados para este estudo entre os visitados na RCC de GO/TO.

Perfil	Latitude	Longitude	Município	Classificação
TO-01	10° 52' 32,1" S	49° 36' 16,9" W	Lagoa da Confusão, TO	Plintossolo Háplico Distrófico típico
TO-02	10° 46' 03,1" S	49° 35' 13,5" W	Lagoa da Confusão, TO	Plintossolo Pétrico Concrecionário argissólico
TO-03	10° 08' 41,2" S	48° 18' 57,7" W	Palmas, TO	Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico
TO-04	11° 32' 16,3" S	46° 50' 40,2" W	Dianópolis, TO	Cambissolo Háplico Tb Distrófico saprolítico
TO-05	11° 20' 10,3" S	46° 45' 02,7" W	Rio da Conceição, TO	Neossolo Quartzarênico Órtico típico
TO-06	11° 07' 52,0" S	48° 11' 26,2" W	Silvanópolis, TO	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico argissólico
TO-07	12° 35' 58,5" S	46° 24' 20,0" W	Aurora do Tocantins, TO	Argissolo Vermelho Eutrófico nitossólico chernossólico
GO-08	13° 00' 59,3" S	46° 49' 03,6" W	Campos Belos, GO	Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico redóxico
GO-09	15° 19' 38,4" S	49° 33' 24,7" W	Rialma, GO	Nitossolo Vermelho Eutroférreico típico
GO-10	16° 35' 19,3" S	49° 17' 20,5" W	Goiânia, GO	Latossolo Vermelho Acriférreico típico
GO-11	13° 54' 03,7" S	47° 23' 09,6" W	Alto Paraíso de Goiás, GO.	Neossolo Quartzarênico Hidromórfico neofluvissólico húmico
GO-12	14° 27' 16,1" S	48° 27' 24,1" W	Niquelândia, GO	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico
GO-13	14° 28' 07,1" S	48° 18' 03,6" W	Niquelândia, GO	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico petroplíntico
GO-14	16° 25' 55,5" S	49° 23' 54,5" W	Brazabrantes, GO	Cambissolo Flúvico Ta Distrófico gleissólico

2.2. Análises laboratoriais

A análise granulométrica foi efetuada pelo método da pipeta, segundo os protocolos oficiais (Almeida et al., 2012; Teixeira et al., 2017). As análises das amostras foram feitas usando-se 10 gramas da terra fina seca ao ar (TFSA) para a determinação da umidade em estufa a 105 °C, por 24 horas, e 25 gramas da TFSA para a análise granulométrica. As amostras foram colocadas em frascos de vidro, sendo a seguir adicionados 10 mL do dispersante NaOH 1 mol L⁻¹ e 100 ml de água deionizada. Os frascos foram agitados por 16 horas em agitador do tipo Wagner, de agitação lenta (50 ciclos/minuto). A fração areia foi separada das demais em peneira de 0,053 mm, por lavagem com água. Toda a suspensão foi colocada em cilindro de sedimentação e o volume, completado para um litro.

A suspensão foi agitada no cilindro de sedimentação por meio de agitador magnético. Após homogeneização da suspensão, foram coletados 25 mL da suspensão “silte + argila”, levados para secar em estufa a 105 °C. A seguir, a suspensão foi deixada em repouso pelo tempo calculado conforme a Lei de Stokes, ajustada para a temperatura do laboratório. Em seguida, foram coletados 25 mL da suspensão para quantificação da argila, tomados com pipeta a 5 cm de profundidade do topo do líquido no cilindro de sedimentação e levados para secar em estufa a 105 °C por 48 h. As amostras secas foram pesadas em balança analítica e os resultados, calculados por meio de planilha eletrônica. Os teores de areia e argila foram considerados em escala percentual, e o teor de silte foi calculado por diferença (“silte + argila” menos “argila”).

As frações da areia foram separadas por peneiramento a seco, utilizando-se peneiras de dimensões modificadas com uma adaptação da escala da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e do USDA (Ferreira, 2010): areia muito grossa (2,00 - 1,00 mm), areia grossa (1,00 - 0,50 mm); areia média (0,50 - 0,210 mm); areia fina (0,210 - 0,10 mm) e areia muito fina (0,10 - 0,05 mm). Os resultados foram corrigidos para 100% pela divisão do valor obtido pela soma das frações, com a redistribuição proporcional dos valores. Foram feitas a determinação da umidade e a correção do valor da massa inicial pelo fator f.

2.3. Análises estatísticas

Foram usados os programas Microsoft Excel 2010 e R (R Core Team, 2019) para as análises, conforme os critérios descritos a seguir.

2.4. Critérios de avaliação de descontinuidade litológica

Em função de se dar preferência aos métodos já em uso na rotina de análises de solo, por questões práticas e de custo, e por terem sido essas as análises disponíveis neste caso, foram usados apenas os critérios envolvendo as análises granulométricas e, em paralelo, as informações provenientes das descrições de perfis com o fim de classificação taxonômica. Para fins de confirmação da presença de descontinuidade litológica, foi usado o critério pelo qual, pelo menos, metade das relações e das diferenças calculadas conforme aqueles critérios atendesse aos valores sugeridos pela WRB, ou seja, apenas os perfis que possuem a diferença igual ou superior a 25% entre razões das frações 'areia' (areia grossa/areia média, areia grossa/areia fina, areia média/areia fina) de horizontes adjacentes e a diferença absoluta igual ou superior a 5% entre frações 'areia' (IUSS Working Group WRB, 2015). Foi usado um critério mais conservador que o estabelecido pelos sistemas já mencionados, uma vez que não foi possível fazer análises adicionais por outros métodos complementares para validação da interpretação. As relações foram calculadas segundo as fórmulas abaixo (IUSS Working Group WRB, 2015):

$$AG/AM = \frac{ABS\left(\frac{AG_{Hi}}{AM_{Hi}} - \frac{AG_{Hi+1}}{AM_{Hi+1}}\right)}{Max\left(\frac{AG_{Hi}}{AM_{Hi}}; \frac{AG_{Hi+1}}{AM_{Hi+1}}\right)} \times 100$$

Onde:

AG/AM é a razão areia grossa/areia média (%)

AG_{Hi} é o teor de areia grossa (%) no horizonte superior

AM_{Hi} é o teor de areia média (%) no horizonte superior

AG_{Hi+1} é o teor de areia grossa (%) no horizonte subjacente

AM_{Hi+1} é o teor de areia média (%) no horizonte subjacente

ABS() é o valor absoluto da diferença

Max() é o valor máximo entre as duas razões

$$AG/AF = \frac{ABS\left(\frac{AG_{Hi}}{AF_{Hi}} - \frac{AG_{Hi+1}}{AF_{Hi+1}}\right)}{Max\left(\frac{AG_{Hi}}{AF_{Hi}}; \frac{AG_{Hi+1}}{AF_{Hi+1}}\right)} \times 100$$

Onde:

AG/AF é a razão areia grossa/areia fina (%)

AG_{Hi} é o teor de areia grossa (%) no horizonte superior

AF_{Hi} é o teor de areia fina (%) no horizonte superior

AG_{Hi+1} é o teor de areia grossa (%) no horizonte subjacente

AF_{Hi+1} é o teor de areia fina (%) no horizonte subjacente

ABS() é o valor absoluto da diferença

Max() é o valor máximo entre as duas razões

$$AM/AF = \frac{ABS\left(\frac{AM_{Hi}}{AF_{Hi}} - \frac{AM_{Hi+1}}{AF_{Hi+1}}\right)}{Max\left(\frac{AM_{Hi}}{AF_{Hi}}; \frac{AM_{Hi+1}}{AF_{Hi+1}}\right)} \times 100$$

Onde:

AM/AF é a razão areia média/areia fina (%)

AM_{Hi} é o teor de areia média (%) no horizonte superior

AF_{Hi} é o teor de areia fina (%) no horizonte superior

AM_{Hi+1} é o teor de areia média (%) no horizonte subjacente

AF_{Hi+1} é o teor de areia fina (%) no horizonte subjacente

ABS() é o valor absoluto da diferença

Max() é o valor máximo entre as duas razões

Os perfis também foram avaliados segundo valores usados por Medeiros et al. (2013) para os cálculos dos valores de areia fina/areia total e do valor de uniformidade, conforme as fórmulas abaixo:

$$R_{AF/AT} = \frac{A_F}{A_T}$$

Onde:

$R_{AF/AT}$ é a relação areia fina/areia total

A_F é o conteúdo de areia fina (%)

A_T é o conteúdo de areia total (%)

$$VU = \left\{ \frac{\left[\frac{(S + A_F)}{(A - A_F)} \right] Hor. \sup.}{\left[\frac{(S + A_F)}{(A - A_F)} \right] Hor. \sub.} \right\} - 1$$

Onde:

VU é o valor de uniformidade

Hor. sup. é o horizonte superficial

Hor. sub. é o horizonte subjacente

S é o conteúdo de silte (%)

A_F é o conteúdo de areia fina (%)

A é o conteúdo de areia total (%)

Adicionalmente, as descrições dos perfis foram consultadas na busca de informações que pudessem subsidiar o enquadramento em outros atributos morfológicos, que são citados naqueles sistemas para identificação das continuidades, mesmo não tendo sido descritos para tal:

- a. Presença de “linhas de pedra” (*stone lines*);
- b. Presença de fragmentos de rocha com diferenças de litologia entre os imersos no solo e os na rocha subjacente;
- c. Presença de fragmentos de rocha com diferentes graus de intemperismo, entre os fragmentos de rocha imersos no solo;

- d. Presença de fragmentos de rocha com diferentes formatos e graus de arredondamento, indicando diferentes mecanismos de transporte;
 - e. Decréscimo do teor da fração grossa com o aumento da profundidade ou de distribuição errática de fragmentos de rocha;
 - f. Contrastes de cor distinta ou proeminente não atribuíveis aos processos pedogenéticos;
 - g. Presença de mudanças texturais abruptas, avaliada no campo, que não sejam apenas relacionadas aos processos pedogenéticos;
 - h. Presença de caráter errático da textura do solo e
 - i. Presença de evidências arqueológicas ou de perturbação antrópica no solo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos critérios de identificação de descontinuidade litológica da FAO/WRB e de Medeiros et al. (2013) dos perfis selecionados da XIV RCC são apresentados a seguir e discutidos por perfil.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados consolidados dos cálculos das relações de frações, usando-se como critério para a indicação positiva de descontinuidade os critérios da FAO/WRB e de Medeiros et al. (2013).

De acordo com os critérios da FAO/WRB, seis perfis apresentaram descontinuidade litológica, a saber: a) TO-01, entre Bf1 e Bf2; b) TO-02, entre BAc e Btc; c) TO-03, entre Ac2 e BAc; d) TO-06, entre Bw e Bwc/F; e) GO-11, entre Ac e CA, e f) GO-13, entre C e Cr/R. Segundo os critérios de Medeiros et al. (2013), nenhuma descontinuidade foi passível de identificação.

Tabela 2. Critérios derivados das frações granulométricas para a avaliação de descontinuidades. Os valores que atendem aos requisitos descritos na FAO/WRB e/ou em Medeiros et al. (2013) em, pelo menos, metade dos casos, estão assinalados na coluna 'Descontinuidades'.

TO-02	Ac1	7	0.064	-0.103	41.8	42.9	1.9	2.03	2.84	3.47	*
	Ac2	23.5	0.087	-0.275	7.7	9.6	2	2.63	3.26	3.59	
	BAc	39	0.036	-0.472	52.4	33.1	28.8	2.62	6.01	6.3	
	Btc	57.5	0.039	-0.279	11.9	2.3	13.9	0.73	0.4	0.96	
	Btcf	96	0.011	0.221	10.6	13	2.7	0.04	0.19	0.33	
	Btf	136.5	0.054	-0.456	3.2	7	3.9	0.25	0.28	0.48	
	BCf	165.5									
TO-03	Ac1	5.5	0.048	-0.156	10	4.6	5.7	0.84	2.7	2.91	*
	Ac2	18.5	0.532	-0.201	100	100	92.9	2.77	5.72	2.41	
	BAc	34	0.521	-0.136	100	100	91.9	1.79	2.73	1.01	
	Bwc1	54	0.052	-0.089	38.8	40.9	3.4	0.39	0.77	1.27	
	Bwc2	83	0.091	-0.057	21.2	27.6	8.1	0.66	0.26	0.12	
	Bwc3	120	0.021	0.134	6	3.2	9	0.55	0.56	1.28	
	Bwc4	167.5									
TO-04	A	2.5	0.028	-0.129	7.5	9.4	2	1.86	3.24	3.16	
	BA	7.5	0.046	-0.141	24.1	28.1	5.3	0.15	2.7	2.83	
	Bi	16.5	0.091	-0.221	22.2	44.3	28.4	1.88	0.75	2.62	
	C	39	0.012	-0.205	1.6	23.6	24.8	1.95	1.46	0.58	
	Cr	92.5									
TO-05	Ap	5	0.005	0.022	23.7	21.1	3.3	1.59	2.41	0.3	
	AC	14.5	0.022	-0.048	23.5	12.9	12.1	1.36	3.78	1.55	
	CA	27	0.015	-0.041	4.2	0	4.2	0.05	2.44	0.17	
	C1	56	0.006	-0.014	7	8.9	2	0.61	0.51	0.28	
	C2	91	0.032	0.063	16.2	24.2	9.5	1.57	1.22	2.03	
	C3	132.5									
TO-06	Ap1	4	0.036	-0.064	24.9	36.7	15.7	1.23	2.77	0.26	
	Ap2	16.5	0.009	-0.004	23.2	20.4	3.5	0.55	0.44	2.06	
	BA	29	0.013	-0.025	10.8	0.3	10.5	0.02	1.81	0.49	
	Bw	45	0.019	-0.035	36.6	43.5	10.9	0.71	1.13	5.65	
	Bwc/F	66	0.02	-0.147	13.1	23.4	11.8	0.95	3.96	5.82	
	Bwc1	90	0.019	-0.002	21	12.2	10	0.18	0.88	0.12	
	Bwc2	122.5	0.018	0.03	5.5	12.1	7.1	0.46	1.69	2.7	
	Bwc3	156									
TO-07	Ap	5.5	0.055	0.013	26.2	27.6	1.9	1.6	0.25	0.05	
	CA	18.5	0.014	-0.056	10.9	8.8	2.3	0.87	2.62	1.65	
	BA	37.5	0.028	-0.043	7.9	1.3	6.7	0.85	1.24	1.07	
	Bt1	71	0.055	-0.205	13	6.5	18.7	0.03	0.58	0.26	
	Bt2	108.5	0.018	-0.121	3.4	8.2	5	0.15	0.13	0.07	
	BC	137									
GO-08	Ap	5.5	0.009	0.007	0.2	0.8	1	0.66	1.02	1.15	
	AB	16.5	0.034	-0.055	1.2	4.5	5.7	0.59	1.11	0.29	
	BA	31	0.018	-0.058	26.7	18.4	10.1	0.15	3.41	2.37	

	Bi	51	0.116	-0.131	0.5	32.2	32.5	3.04	3.55	0.51
	Bif1	81	0.046	-0.071	12.3	17.2	27.4	0.62	1.42	0.82
	Bif2	125								
GO-09	Ap	6.5	0.024	0.04	60	46.6	25.2	1.34	2.49	0.89
	A	19.5	0.025	-0.058	18.6	20.8	2.8	1.72	1.34	1.33
	Bt1	47.5	0.009	0.066	12.3	9.3	3.3	0.28	0.01	0.09
	Bt2	92	0.058	-0.154	29.7	33.3	5.2	0.78	0.14	0
	Bt3	135	0.009	-0.158	16.1	11.7	5	0.02	0.44	0.39
	Bt4/BC	167.5								
GO-10	A	6	0.088	-0.083	22.8	41	23.6	2.1	1.8	1.74
	AB	21	0.044	-0.081	0	13.4	13.4	0.93	2.47	1.64
	BA	36	0.033	-0.041	3.1	11.2	8.4	0.07	0.08	1.31
	Bw1	64	0.002	0.012	24.2	17.3	8.3	0.44	1.19	0.8
	Bw2	109	0.016	-0.02	4.9	13.7	9.3	0.5	0.65	0.04
	Bw3	161								
GO-11	A1	16	0.032	0.001	25.6	14.3	13.2	0.47	1.56	3.44
	A2	41	0.051	-0.05	49.8	57.6	15.6	1.1	2.39	3.94
	AC	57.5	0.083	0.136	49.7	61.9	24.3	1.35	7.11	3.72
	CA	77.5	0.01	-0.073	51.1	49.7	2.6	1.22	1.15	1.86
	2Ab	100	0.026	-0.026	49.2	43.2	10.6	0.94	2.6	1.66
	2Cg	125	0.027	-0.001	54.4	56.2	4	2.24	1.84	2.98
	2A'b	125								
GO-12	A	5	0.031	0.047	18.4	30.3	14.6	0.39	0.48	0.83
	BA	16	0.01	0.008	24.2	0.4	23.9	0.03	1.05	0.03
	Bi1	39	0.115	-0.397	30.4	37.7	10.5	2.41	1.23	0.85
	Bi2	68	0.023	0.077	9.7	9.2	0.5	0.61	0.41	0.4
	2BC	95.5								
GO-13	Ac	3.5	0.071	-0.142	7.5	24.3	30	1.86	1.61	3.81
	Bic	22.5	0.079	-0.232	21.3	67.1	58.1	1	0.56	3.44
	C	44	0.066	-0.201	56.5	47.9	16.5	0.68	0.36	5.74
	Cr/R	80								
GO-14	A	6	0.184	-0.217	35	70.5	54.5	1.09	2.73	2.62
	AB	17.5	0.042	-0.075	69	79.7	34.8	0.22	0.58	1.18
	Bi	32	0.003	-0.31	100	100	19	0.04	0.2	1.77
	Big1	47	0.101	0.143	100	100	43.4	0.21	0.98	2.09
	Big2	60.5	0.077	0.471	24.8	64.4	52.7	0.1	0.41	1.91
	2Big3	72	0.023	0.014	29.8	40	14.5	0.1	0.32	0.87
	3Big4	82	0.061	-0.408	34.7	32.4	55.8	0.1	0.25	4.41
	4Big5	114								

(1) Relação AF/AT: relação da areia fina para areia total entre os horizontes; Val. Unif.: valor de uniformidade de Medeiros et al. (2013); AG/AM: razão areia grossa/areia média; AG/AF: razão areia grossa/areia fina; AM/AF: razão areia média/areia fina; Dif. abs. AG: diferença absoluta da areia grossa entre os horizontes; Dif. abs. AM: diferença

absoluta da areia média entre os horizontes; Dif. abs. AF: diferença absoluta da areia fina entre os horizontes. Profund.: Profundidade em centímetros; ⁽²⁾ Descont.: Descontinuidade possivelmente presente.

Perfil TO-01

O perfil TO-01 foi classificado como Plintossolo Háplico Distrófico típico e apresenta indícios de descontinuidade apenas entre os horizontes Bf1 e Bf2, indicados pela redução do teor de argila e incremento do de areia fina (Figuras 1a e 1b). São atendidos apenas os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB (Tabela 2), mas não os de Medeiros et al. (2013) (Figura 1c). O teor de cascalhos oscila de forma irregular ao longo do perfil (Figura 15), o que também aponta para uma provável descontinuidade. Porém, é necessário avaliar com mais detalhe a natureza desse cascalho, que pode ser de origem pedogênica (petroplintita).

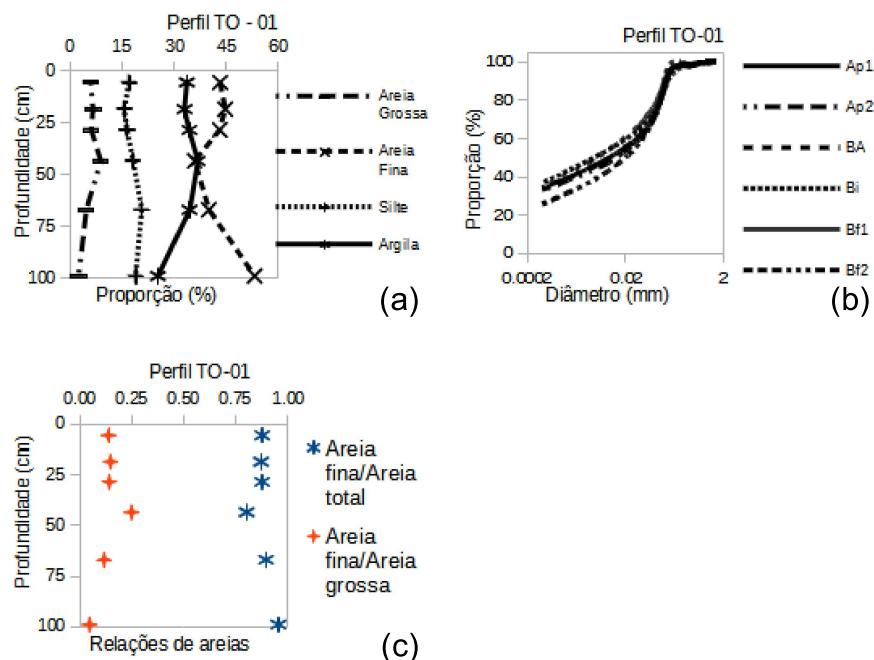


Figura 1. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-01 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil TO-02

O perfil TO-02 foi classificado como Plintossolo Pétrico Concrecionário argissólico e apresenta indícios de descontinuidade apenas entre os horizontes BAc e Btc. Há uma grande redução do teor de areia grossa em profundidade, além de pronunciado gradiente textural, e uma notável alteração do formato das curvas granulométricas (Tabela 2 e Figuras 2a e 2b). Também aqui são atendidos apenas os critérios para a

indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, e não os de Medeiros et al. (2013) (Figura 2c). O teor de cascalhos decresce de forma regular ao longo do perfil (Figura 15), mas a descrição do perfil aponta para predomínio de nódulos, petroplintita e blocos de canga laterítica. Assim, é necessário avaliar se podem ser de origem pedogênica (petroplintita) ou transportados. Os calhaus foram quantificados apenas no horizonte Ac2, provavelmente blocos de canga laterítica.

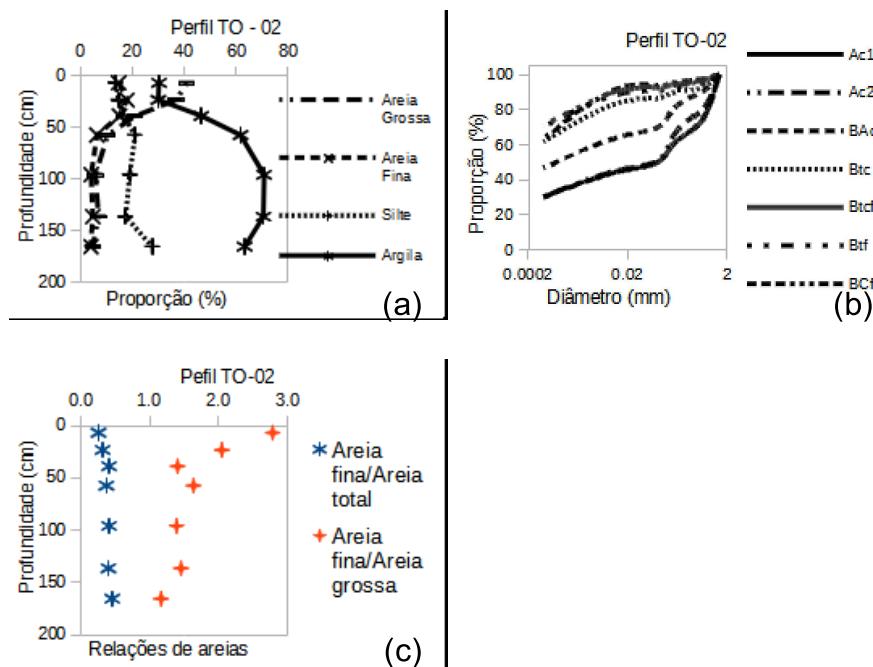


Figura 2. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-02 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).

Perfil TO-03

O perfil TO-03 foi classificado como Plintossolo Pétrico Concretionário latossólico e também apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes Ac2 e BAc. Há uma notável alteração dos teores de areia grossa e areia fina entre os horizontes Ac2 e BAc, além de uma notável alteração do formato das curvas granulométricas (Tabela 2 e Figuras 3a e 3b). São atendidos apenas os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, e, apesar de não atender aos valores sugeridos por Medeiros et al. (2013), há uma grande variação da relação areia fina/areia grossa (Figura 3c). O teor de cascalhos oscila entre valores elevados ao longo do perfil (Figura 15), e a descrição do perfil indica a presença de nódulos de petroplintita. Também aqui é necessário avaliar a eventual origem pedogênica (petroplintita) ou transporte de material. Os teores de calhaus de materiais ferruginosos recobrindo

argilitos crescem em profundidade, com um pico no horizonte Bwc2, e se reduzem abaixo desse.

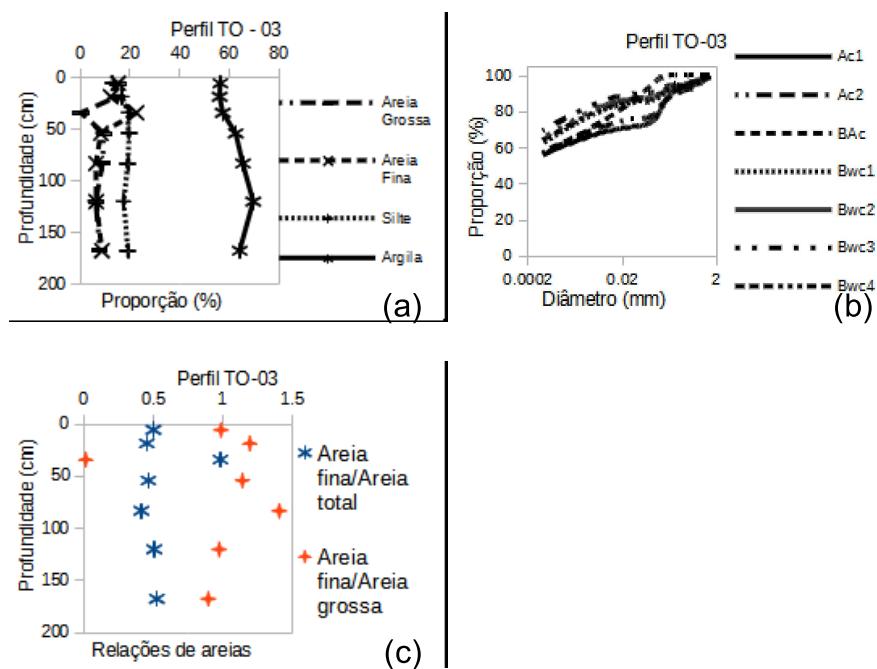


Figura 3. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-03 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil TO-04

O perfil TO-04 foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico saprolítico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2), com base nas relações da TFSA. Há um incremento dos teores de silte em profundidade e redução dos teores de argila abaixo do Bi (Figuras 4a e 4b). Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), mas há um incremento da relação areia fina/areia grossa em profundidade (Figura 4c). Os teores de cascalhos e de calhaus reduzem-se drasticamente em profundidade (Figura 15), o que aponta para uma possível descontinuidade. É necessário avaliar com mais detalhe a natureza desse cascalho, seu grau de alteração e a possibilidade de ter sido transportado (colúvio).

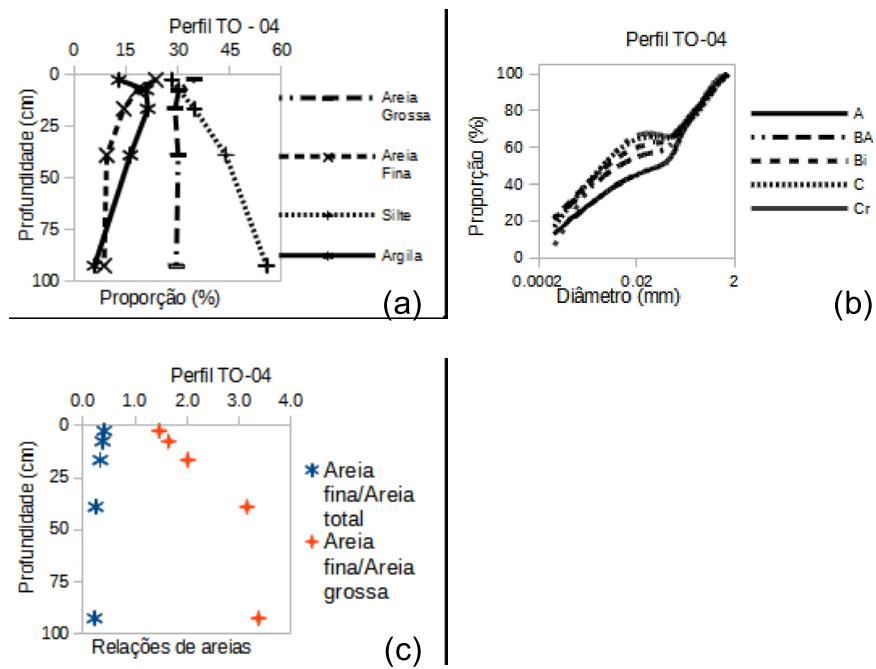
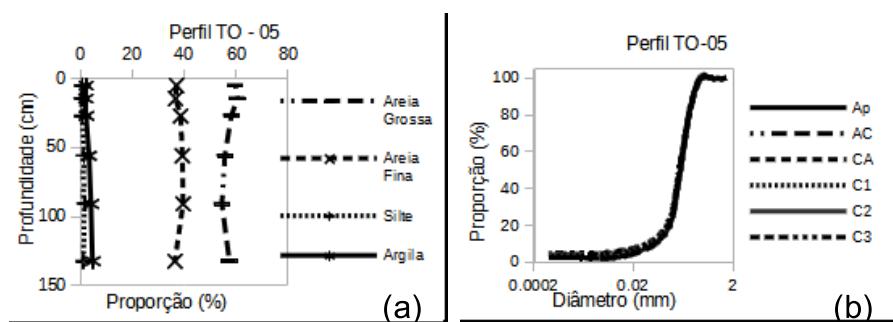


Figura 4. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-04 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil TO-05

O perfil TO-05 foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2). Os teores de silte e de argila são muito baixos, com pequeno incremento em profundidade, e as curvas granulométricas são muito similares (Figuras 5a e 5b). Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), mas os valores da relação areia fina/areia grossa variam em profundidade (Figura 5c). Não apresenta cascalhos ou calhaus.



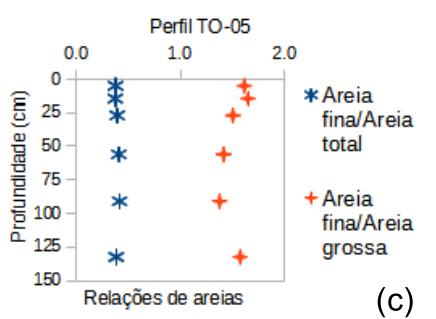
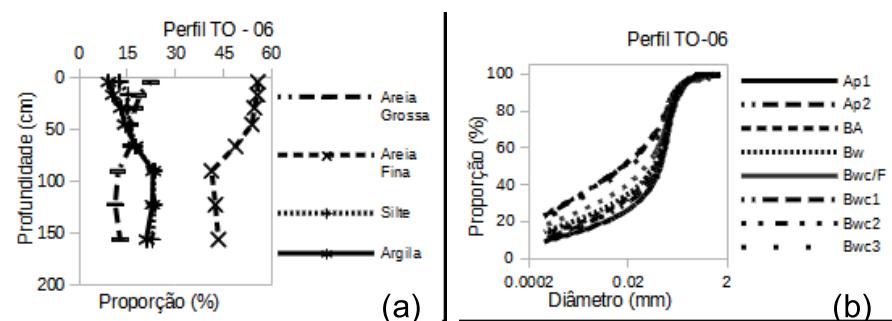


Figura 5. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-05 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).

Perfil TO-06

O perfil TO-06 foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico argissólico e apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes Bw e Bwc/F (Tabela 2 e Figuras 6a e 6b). Os teores de silte e de argila apresentam incremento em profundidade, e as curvas granulométricas diferenciam-se a partir do Bwc/F. São atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, e não os de Medeiros et al. (2013), com pouca variação dos valores da relação areia fina/areia grossa (Figura 6c). O teor de cascalhos apresenta valores baixos da superfície até o Bw, que sobem bruscamente a partir daí (Figura 15), o que coincide também com o aparecimento de calhaus (petroplintita contínua - canga). A descrição do perfil indica a presença de nódulos a partir do Bwc/F e de cascalhos de quartzo no horizonte Bwc2, sugerindo transporte de material.



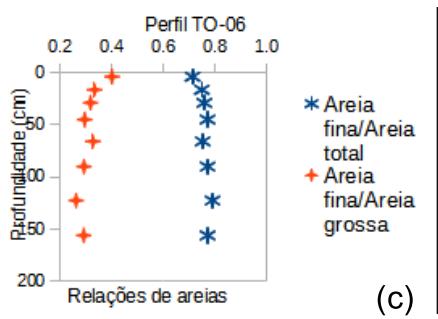
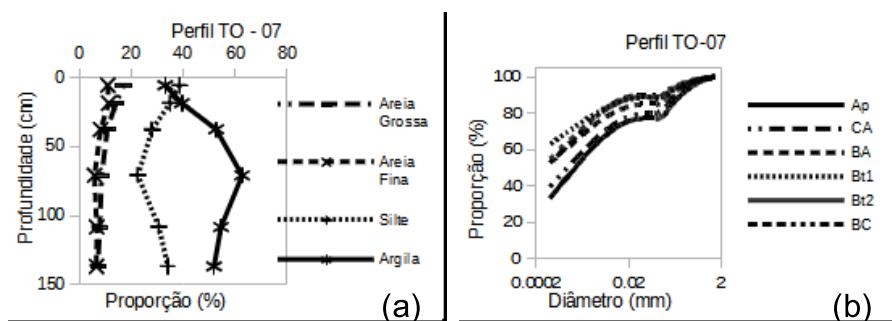


Figura 6. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-06 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil TO-07

O perfil TO-07 foi classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico nitossólico chernossólico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2 e Figuras 7a e 7b). Os teores de silte e de argila apresentam comportamento oposto em profundidade, com incremento do segundo caracterizando o gradiente textural e pouca variação da areia, e as curvas granulométricas diferenciam-se entre si. Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), com oscilação dos valores da relação areia fina/areia grossa variando em profundidade (Figura 7c). O teor de cascalhos apresenta valores baixos até o BA; os cascalhos desaparecem nos horizontes Bt1 e Bt2 e tornam a aparecer no BC (Figura 15). A descrição do perfil indica a presença de nódulos “chumbinhos de caça” no horizonte BC, e é necessário averiguar a natureza dos cascalhos nos horizontes superficiais.



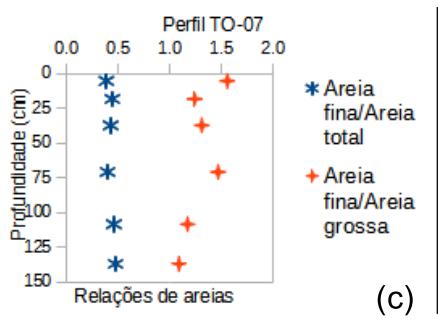
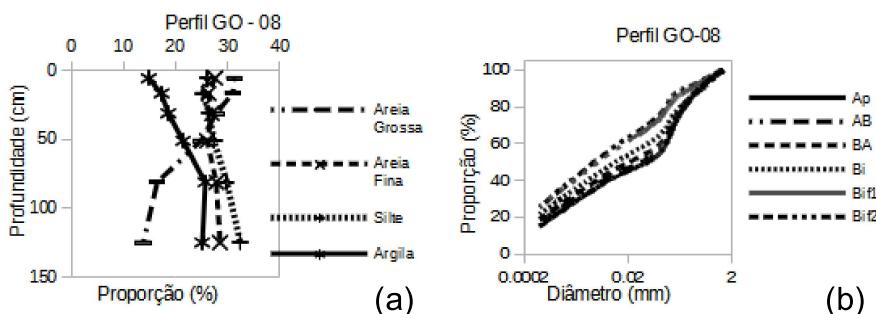


Figura 7. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil TO-07 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).

Perfil GO-08

O perfil GO-08 foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico redóxico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2 e Figuras 8a e 8b), com base nas relações da TFSA. O teor de argila apresenta incremento em profundidade, com pouca variação da areia fina e do silte e decréscimo da areia grossa. As curvas granulométricas são similares. Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), apesar da queda dos valores da relação areia fina/areia grossa em profundidade (Figura 8c). O teor de cascalhos apresenta valores baixos até o BA e um incremento nos horizontes Bi e Bif1, reduzindo-se no Bif2 (Figura 15). São descritos nódulos ferruginosos (plintita) ao longo do perfil e cascalhos no horizonte Bif1 irregulares e (poucos) subarredondados, que podem indicar uma descontinuidade. Não há presença de calhaus.



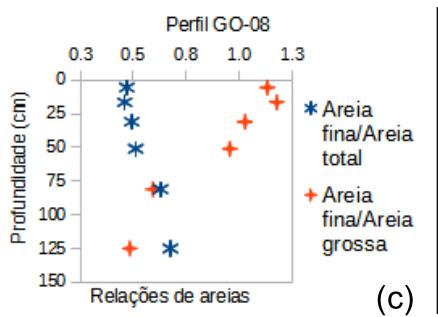
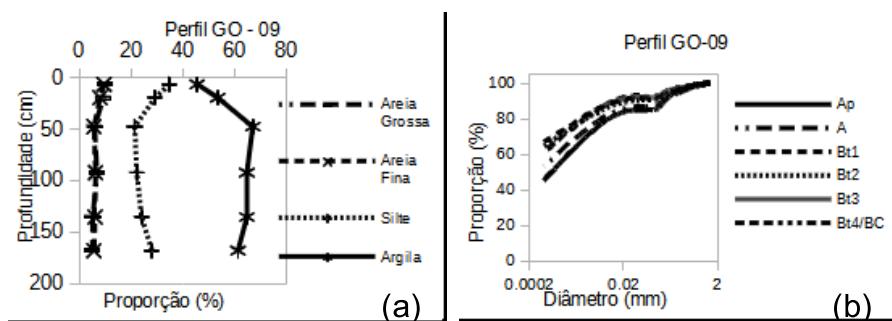


Figura 8. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-08 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).

Perfil GO-09

O perfil GO-09 foi classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico típico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2 e Figuras 9a e 9b), com base nas relações da TFSA. O teor de argila cresce até o horizonte Bt1, caracterizando o gradiente textural, com redução equivalente do teor de silte e pouca variação da fração areia. As curvas granulométricas diferenciam-se pouco entre si. Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), com redução drástica dos valores da relação areia fina/areia grossa dos horizontes superficiais para os subsuperficiais (Figura 9c). O teor de cascalhos é baixo e cresce de forma gradual ao longo do perfil (Figura 15). Na descrição do perfil, é citado que nas vizinhanças dele ocorrem linhas de pedras descontínuas na base do horizonte Bt2, com fragmentos de quartzo, alguns subarredondados, e de rochas básicas (de até 15 cm de diâmetro), que sugerem descontinuidade litológica.



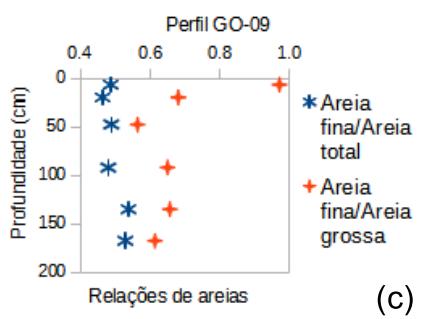


Figura 9. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-09 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil GO-10

O perfil GO-10 foi classificado como Latossolo Vermelho Acríferro típico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2 e Figuras 10a e 10b). Há um pequeno incremento da argila a partir do horizonte BA, sem caracterizar o gradiente textural, pequena redução da fração areia grossa em superfície e pouca variação das demais frações. As curvas granulométricas são similares. Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), mas também há redução dos valores da relação areia fina/areia grossa dos horizontes superficiais para os subsuperficiais (Figura 10c). O teor de cascalhos é baixo e cresce de forma gradual ao longo do perfil (Figura 15). Não há calhaus.

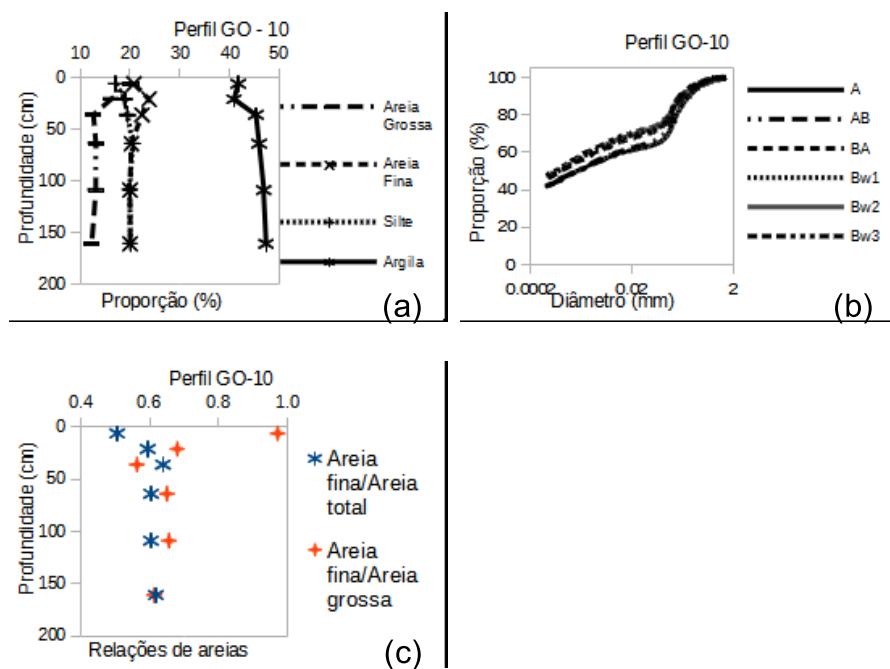


Figura 10. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-10 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil GO-11

O perfil GO-11 foi classificado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico neofluvissólico húmico e apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes AC e CA (Tabela 2 e Figuras 11a e 11b). Há pouca variação em profundidade das frações granulométricas e as curvas granulométricas são muito similares, com uma pequena diferença entre os horizontes AC e CA. Os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB são atendidos para a transição dos horizontes AC e CA, mas não os de Medeiros et al. (2013), apesar da variação dos valores da relação areia fina/areia grossa entre aqueles dois horizontes (Figura 11c). O teor de cascalhos é baixo e cresce de forma gradual até o horizonte CA, diminuindo nos horizontes abaixo (Figura 15). É descrita a presença de linha de pedras no topo do horizonte 2Cg/2A'b/Cr, constituída por fragmentos de arenito irregulares e muito poucos fragmentos de quartzo leitoso, o que reforça a indicação de descontinuidade litológica. Não há calhaus.

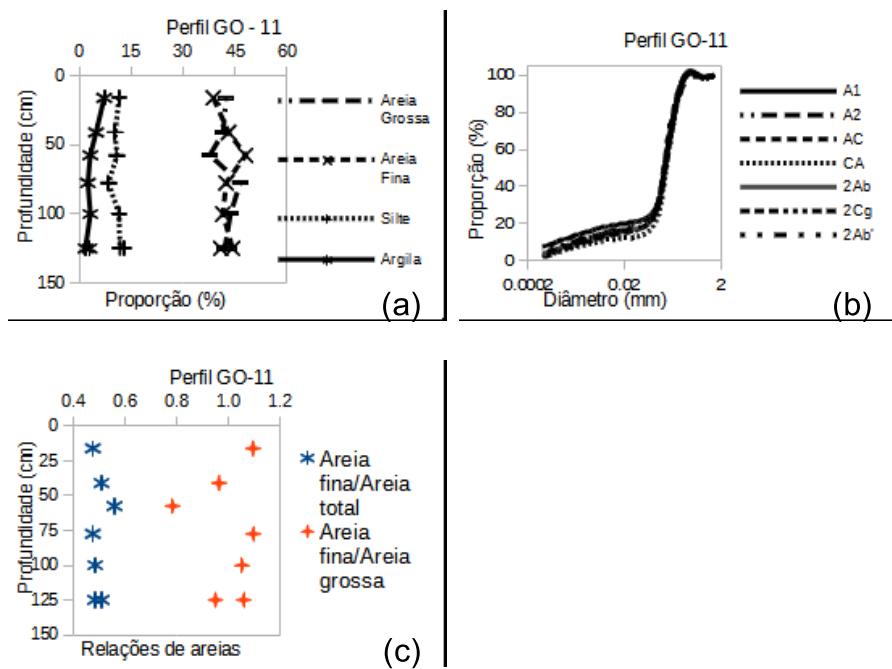


Figura 11. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-11 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações ‘areia fina/areia total’ e ‘areia fina/areia grossa’ (c).

Perfil GO-12

O perfil GO-12 foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2 e Figuras 12a e 12b), com base nas relações da TFSA. Há pouca variação dos teores das frações granulométricas e as curvas granulométricas são similares. Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), com redução dos valores da relação areia fina/areia grossa a partir do horizonte 2Bw (Figura 12c). O teor de cascalhos é elevado e decresce em profundidade, e o de calhaus é mais irregular (Figura 15). É descrita a presença de cascalhos, calhaus e matacões alterados e o solo tem forte contribuição de material transportado das partes mais elevadas. É descrita a pedregosidade na superfície e em todo o perfil, com blocos de calhaus e matacões, geralmente desarestados e subangulares.

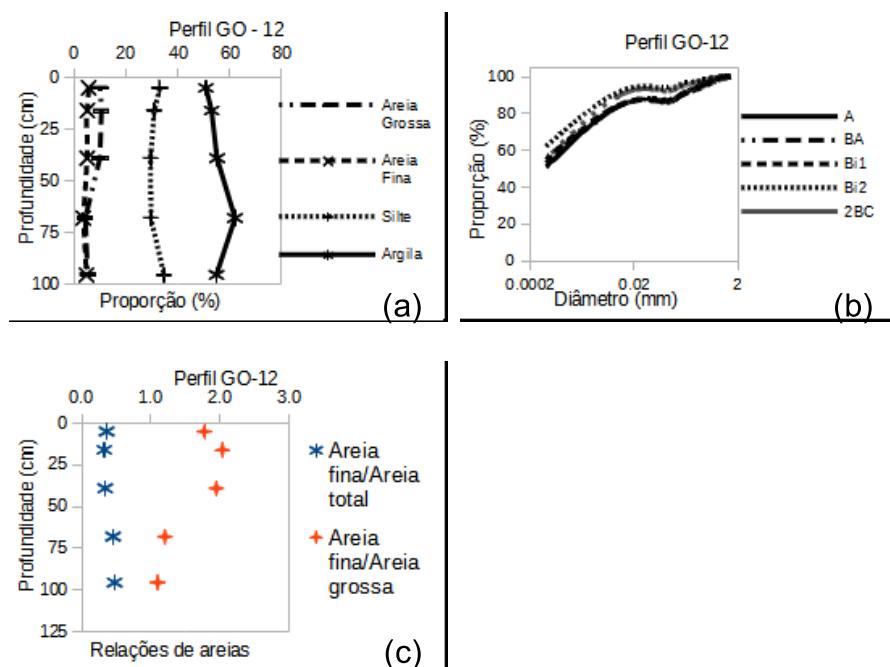


Figura 12. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-12 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).

Perfil GO-13

O perfil GO-13 foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico petroplíntico e apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes C e Cr/R (Tabela 2 e Figuras 13a e 13b). Há uma pequena redução das frações areia e argila e um incremento gradual da fração silte em profundidade, com as curvas granulométricas diferenciando-se segundo esse padrão. São atendidos os critérios

para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB entre os horizontes C e Cr/R, mas não os de Medeiros et al. (2013), com redução gradual dos valores da relação areia fina/areia grossa em profundidade e o inverso para a relação areia fina/areia total (Figura 13c). O teor de cascalhos é elevado e decresce em profundidade, e o de calhaus segue o mesmo padrão (Figura 15). É descrita a presença de fragmentos de quartzo e de fragmentos de cangas lateríticas no horizonte Ac e de concreções ferruginosas predominantes nos horizontes Ac e Bic. Na parte superficial do solo, são encontrados fragmentos de arenitos, de cangas lateríticas laminares e de quartzo, possivelmente retrabalhados.

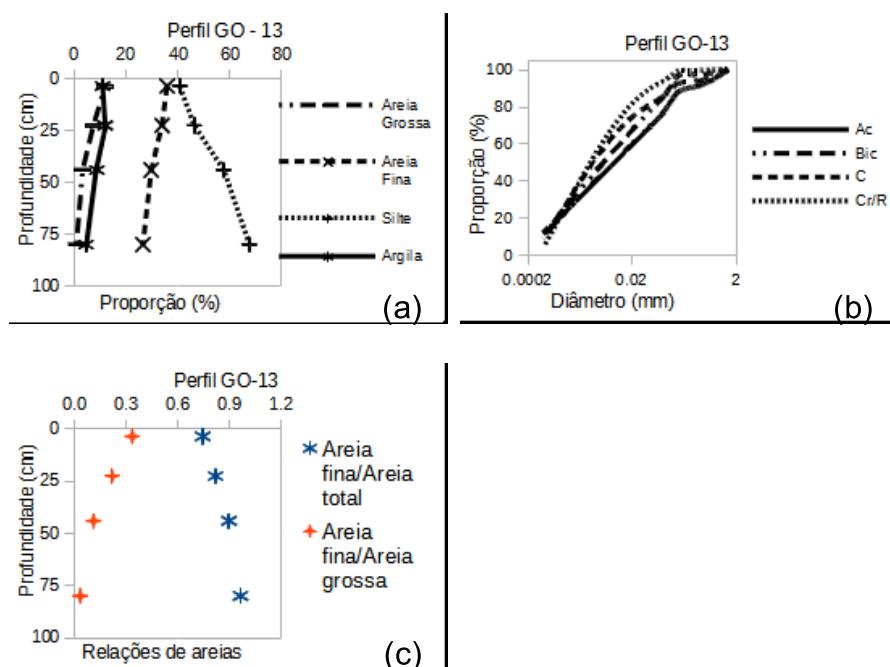


Figura 13. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-13 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).

Perfil GO-14

O perfil GO-14 foi classificado como Cambissolo Flúvico Ta Distrófico gleissólico e não apresenta indícios de descontinuidade entre os horizontes (Tabela 2 e Figuras 14a e 14b). Há pouca variação dos teores das frações granulométricas em profundidade, com incremento maior do teor de argila apenas no horizonte 4Big5. As curvas granulométricas diferenciam-se de forma mais pronunciada apenas entre o horizonte superficial e os demais. Não são atendidos os critérios para a indicação positiva de descontinuidade da FAO/WRB, nem os de Medeiros et al. (2013), com pequena

oscilação dos valores das relações areia fina/areia grossa e areia fina/areia total em profundidade (Figura 14c). O perfil não apresenta valores de cascalhos ou de calhaus.

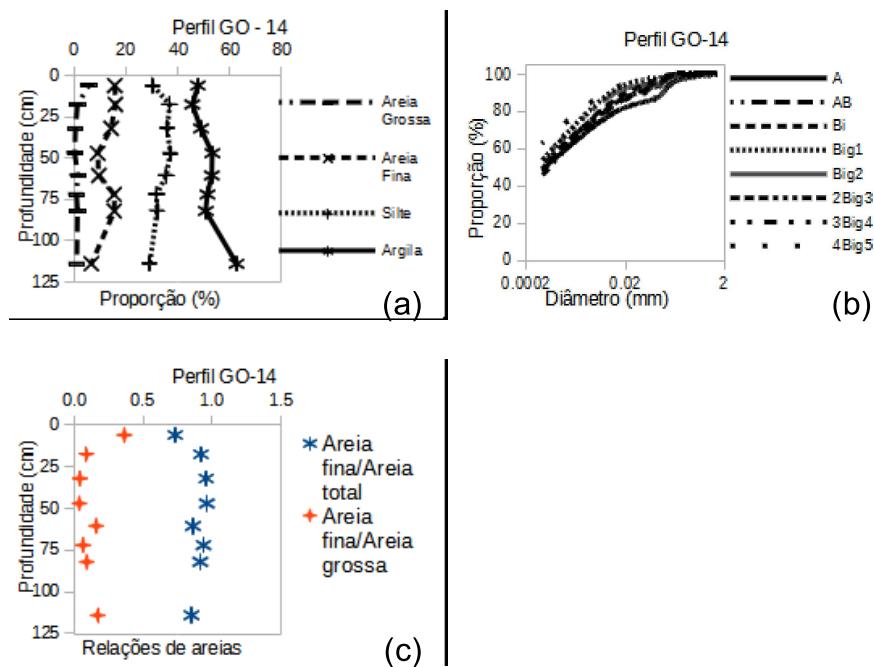
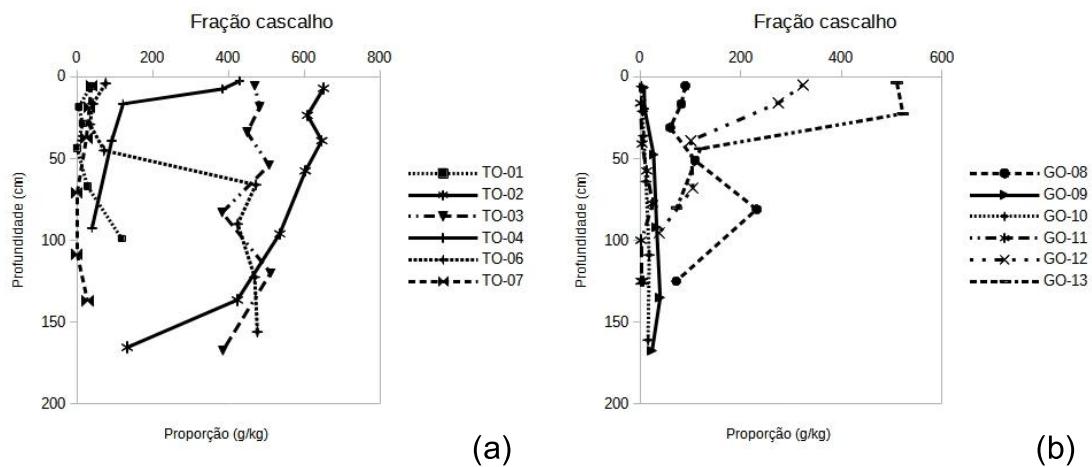
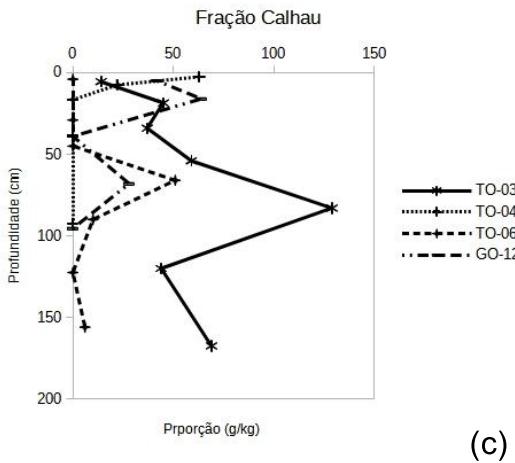


Figura 14. Distribuição das frações granulométricas em profundidade no perfil GO-14 (a); curvas granulométricas dos horizontes (b) e relações 'areia fina/areia total' e 'areia fina/areia grossa' (c).





(c)

Figura 15. Distribuição da fração cascalho em profundidade nos perfis de TO (a); nos perfis de GO (b) e da fração calhau em profundidade nos perfis de TO e GO (c). Foram omitidos os perfis com valores zero.

Uma compilação dos resultados dos critérios em teste indica que há três grupos de solos (Tabela 3). O primeiro é de perfis sem indícios de descontinuidades litológicas, segundo os critérios usados neste trabalho. Os perfis TO-05, TO-07, GO-10 e GO-14 não atendem a nenhum dos critérios propostos para a presença de descontinuidades litológicas. Apenas para o perfil GO-14 foi sugerida a presença de descontinuidades nos horizontes subsuperficiais. Os perfis foram classificados como Neossolo Quartzarênico, Argissolo Vermelho, Latossolo Vermelho e Cambissolo Flúvico, mas, dessas classes, apenas da última poderia ser esperada alguma descontinuidade, em função da posição na paisagem próxima ao curso do rio. Outras análises, como o teor de TiO_2 (vide Capítulo 7), tampouco apontam para a existência de descontinuidades nesses perfis.

O segundo grupo é composto por perfis que atendem a algum dos critérios de campo, mas não aos da FAO/WRB. São os perfis TO-04, GO-08 e GO-09. O perfil TO-04 apresenta decréscimo do teor da fração grossa com o aumento da profundidade, mas não dos indicadores de laboratório. O perfil GO-08 apresenta algumas evidências de campo como a variação da fração grossa e o grau de arredondamento de alguns cascalhos, sem a confirmação do laboratório. O perfil GO-09 não apresenta evidências de descontinuidade, mas essas evidências são descritas na vizinhança do perfil. São classificados como Cambissolo Háplico (TO-04 e GO-08) e Nitossolo Vermelho (GO-09). O SiBCS (Santos et al., 2018) admite a existência de um gradiente textural em Cambissolos quando há descontinuidade litológica ou estratificação do material de origem, mas apenas o perfil GO-08 apresenta gradiente,

sendo insuficiente para caracterizar um Bt e afetar sua classificação. As variações dos teores de TiO_2 são pequenas e não corroboram a indicação de descontinuidades.

O último grupo é formado pelos perfis que atendem a pelo menos algum dos critérios de campo e também aos de laboratório. São os perfis: TO-01, TO-02, TO-03, TO-06, GO-11 e GO-13. Alguns desses perfis são plínticos (TO-01, TO-02, TO-03, TO-06 e GO-13), e os valores de fração grossa devem ser avaliados quanto a uma possível origem pedogênica. Os processos de formação de plintita podem mudar a granulometria dos horizontes onde ocorre, o que afeta a interpretação dos critérios baseados nela. Assim, é necessário definir se esses critérios podem ou devem ser aplicados nesses casos, ou talvez ignorados. Os teores de TiO_2 apresentam variações aparentemente mais evidentes apenas nos perfis TO-06 e GO-11, corroborando as outras indicações de descontinuidade. Não foram feitas as análises de zircônio, de modo que a relação Ti/Zr não pode ser usada e comparada à literatura. Os perfis plínticos são classificados como Plintossolo Háplico, Plintossolo Pétrico Concretionário, Plintossolo Pétrico Concretionário, Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo Háplico. O perfil GO-11 é um Neossolo Quartzarênico. Não é feita menção no SiBCS quanto ao efeito da presença de descontinuidades nas classes de Plintossolos, Latossolos ou Neossolos, de modo que a indicação positiva não tem impacto direto na sua classificação atual. Porém, a eventual presença dessas descontinuidades deve ser avaliada e uma indicação clara deve ser feita para a chave de classificação.

Os critérios propostos por Medeiros et al. (2013) não foram atendidos por nenhum dos perfis, mesmo aqueles que atendem aos critérios de campo e de laboratório, propostos pela FAO/WRB, indicando que podem ser muito restritivos ou devem ter seus valores de referência reavaliados, caso análises adicionais indiquem de forma mais segura a presença de descontinuidades.

Algumas análises adicionais, apresentadas em outros capítulos, poderiam ajudar a corroborar a presença de descontinuidades, como a mineralogia das frações granulométricas (vide Capítulos 10 e 11) e a fluorescência de raios-X (vide Capítulo 12), porém as análises não foram feitas sistematicamente em todos os horizontes, de modo que não puderam ser usadas nas discussões deste capítulo.

Tabela 3. Atendimento aos critérios de campo e de laboratório (WRB) sugeridos para caracterização de descontinuidade litológica pelos perfis (*).

Perfil	Linhas de pedra	Frag. Roc. Lit. (1)	Frag. Roc. int. (2)	Frag. Roc. Form. (3)	Dec. frac. Gros. (4)	Mud. Cor. (5)	Mud. Text. (6)	Car. Errat. (7)	Evid. Arqueol. (8)	Descont. FAO/WRB (9)
TO-01								*		*
TO-02					*					*
TO-03								*		*
TO-04					*					
TO-05										
TO-06								*		*
TO-07										
GO-08				*				*		
GO-09	(*)			*						
GO-10										
GO-11	*							*		*
GO-12		*		*	*			*		
GO-13	*				*					*
GO-14										

(1) Frag. Roc. Lit. = fragmentos de rocha com diferenças de litologia; (2) Frag. Roc. int. = fragmentos de rocha com diferentes graus de intemperismo; (3) Frag. Roc. Form. = fragmentos de rocha com diferentes formatos e graus de arredondamento; (4) Dec. frac. Gros. = decréscimo do teor da fração grossa com o aumento da profundidade; (5) Mud. Cor = mudanças de cor não atribuíveis aos processos pedogenéticos; (6) Mud. Text. = mudanças texturais abruptas; (7) Car. Errat. = caráter errático da textura do solo; (8) Evid. Arqueol. = evidências arqueológicas; (9) Descont. FAO/WRB = Descontinuidade presente segundo os critérios da FAO/WRB em pelo menos um horizonte.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação dos critérios propostos para identificação de descontinuidades litológicas distingui seis perfis que podem ter descontinuidade, tanto por critérios de campo quanto de laboratório, quatro perfis sem nenhuma indicação de descontinuidade e quatro perfis com indicação apenas por critérios de campo. Os critérios propostos por Medeiros et al. (2013) não apontaram nenhum perfil com descontinuidades. Evidências adicionais devem ser levantadas para confirmar a existência das descontinuidades apontadas e ajudar a validar os critérios propostos. A indicação de descontinuidades em alguns perfis não afetou sua classificação pelas regras atuais do SiBCS.

REFERÊNCIAS

- AHR, S. W.; NORDT, L. C.; SCHAETZL, R. J. Lithologic discontinuities in soils. In: RICHARDSON, D.; CASTREE, N.; GOODCHILD, M. F.; KOBAYASHI, A.; LIU, W.; MARSTON, R. A. (ed.). **The international encyclopedia of geography: people, the earth, environment, and technology**. Chichester: Wiley Blackwell, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0816>.
- ALMEIDA, B. G. de; DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; BRAIDA, J. A.; VIANA, J. H. M.; REICHERT, J. M. M.; OLIVEIRA, L. B.; CEDDIA, M. B.; WADT, P. G. S.; FERNANDES, R. B. A.; PASSOS, R. R.; DECHEN, S. C. F.; KLEIN, V. A.; TEIXEIRA, W. G. **Padronização de métodos para análise granulométrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 11 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 66). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96926/1/ComTec-66-Analise-Granulometrica.pdf>. Acesso em: 23 maio 2023.
- ÁVILA, F. F. Razão zircônio/quartzo e zircônio/titânio aplicadas ao estudo da evolução pedogeomorfológica de uma topossequência na Depressão de Gouveia, Serra do Espinhaço - Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/6/6-244-473.html>. Acesso em: 23 maio 2023.
- BRAUCHER, R.; LIMA, C. V.; BOURLÈS, D. L.; GASPAR J. C.; ASSAD, M. L. L. Stone-line formation processes documented by in-situ produced ^{10}Be distribution, Jardim River basin, DF, Brazil. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 222, n. 2, p. 645-651, May 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.02.033>.
- CHAPMAN, S. L.; HORN, M. E. Parent material uniformity and origin of silty soils in Northwest Arkansas based on Zirconium-Titanium contents. **Soil Science Society of America Journal**, v. 32, n. 2, p. 265-271, Mar./Apr. 1968. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1968.03615995003200020030x>.
- FERNANDES, E. A. D. N.; BACCHI, F. A. Lanthanides in the study of lithologic discontinuity in soils from the Piracicaba river basin. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 275/277, p. 924-928, Jul. 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-8388\(98\)00486-1](https://doi.org/10.1016/S0925-8388(98)00486-1).
- FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. de J. van (ed.). **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 298 p.
- IUSS WORKING GROUP WRB. **World reference base for soil resources 2014, update 2015**: international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rome: FAO, 2015. 192 p. (World soil resources reports, 106). Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf>. Acesso em: 23 maio 2023.
- KARATHANASIS, A. D.; MACNEAL, B. R. Evaluation of parent material uniformity criteria in loess-influenced soils of west-central Kentucky I. **Geoderma**, v. 64, n. 1/2, p. 73-92, Dec. 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(94\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0016-7061(94)90090-6).
- KUZILA, M. S. Identification of multiple loess units within modern soils of Clay County, Nebraska. **Geoderma**, v. 65, n. 1/2, p. 45-57, Feb. 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(94\)00030-E](https://doi.org/10.1016/0016-7061(94)00030-E).
- LAUREANO, F. V.; GRANGER, D. E.; KARMANN, I.; NOVELLO, V. F. Datação de soterramento utilizando os isótopos cosmogênicos ^{10}Be e ^{26}Al : síntese metodológica e breve revisão de suas aplicações em geociências. **Geonomos**, v. 22, n. 2, p. 18-27, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v22i2.314>.
- MEDEIROS, P. S. C. de; NASCIMENTO, P. C. do; INDA, A. V.; SILVA, D. S. da. Caracterização e classificação de solos graníticos em topossequência na região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1210-1217, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000700011>.
- PHILLIPS, J. D.; LORZ, C. Origins and implications of soil layering. **Earth Science Reviews**, v. 89, n. 3/4, p. 144-155, Aug. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.04.003>.
- R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 13 jun. 2019.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 23 maio 2023.

SANTOS, R. D. dos; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101 p.

SCHAETZL, R. J. Lithologic discontinuities in some soils on drumlins: theory, detection, and application. **Soil Science**, v. 163, n. 7, p. 570-590, Jul. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1097/00010694-199807000-00006>.

SCHAETZL, R. J. Spodosol-Alfisol intergrades: bisequal soils in NE Michigan, USA. **Geoderma**, v. 74, n. 1/2, p. 23-47, Nov. 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(96\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(96)00060-2).

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington, DC: USDA, Natural Resources Conservation Service, 2014. 360 p. Disponível em: <https://nrcs.app.box.com/s/xi57bj6zyo601eokr7v715mkdpeaa81h/file/1147478400323>. Acesso em: 23 maio 2023.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181717/1/Manual-de-Metodos-de-Analise-de-Solo-2017.pdf>. Acesso em: 23 maio 2023.

WAROSZEWSKI, J.; MALKIEWICZ, M.; MAZUREK, R.; LABAZ, B.; JEZIERSKI, P.; KABALA, C. Lithological discontinuities in Podzols developed from sandstone cover beds in the Stolowe Mountains (Poland). **Catena**, v. 126, p. 11-19, Mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.10.034>.