



Caracterização química de segregações em solos da região de Santa Maria-RS⁽¹⁾.

Estéfane Chaves⁽²⁾; Catiline Schmitt⁽²⁾; Jessica Oliveira⁽²⁾; Alberto Vasconcellos Inda⁽³⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾Doutoranda; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre-RS; ecagronomia@gmail.com ⁽³⁾Professor Associado; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO: A identificação e a classificação de segregações (mosqueados, nódulos ou plintitas) em perfis de solo a campo não é fácil e em muitas situações persistem incertezas. A identificação dos processos envolvidos na formação pode auxiliar na distinção e classificação dessas estruturas. Desse modo, foram avaliados horizontes que apresentaram cores variegadas em três perfis de solos da região de Santa Maria-RS a fim de determinar diferenças na composição química que pudessem elucidar a origem dessas estruturas bem como melhor classificá-las. Os teores de Fe (extraído por ataque sulfúrico e por DCB) foram superiores nas amostras das segregações nos três perfis avaliados em relação aos teores obtidos na matriz do solo e na fração TFSA. As segregações avaliadas nos perfis são formadas por reações de oxidação em meio a zonas de depleção e lixiviação de ferro (matriz acinzentada) formadas por reações de redução.

Termos de indexação: Plintita, Arenito, Argissolo.

INTRODUÇÃO

A região da Depressão Central do Rio Grande do Sul é composta predominantemente por solos desenvolvidos de rochas sedimentares apresentando grande variabilidade nas características morfológicas químicas e mineralógicas ainda não bem esclarecidas. São geralmente solos com horizontes superficiais bastante arenosos e subsuperficiais com acúmulo de argilas caracterizando solos das Classes dos Argissolos, Planossolos e/ou Luvisolos (Streck et al., 2008). A presença de segregações avermelhadas e/ou amareladas em alguns horizontes é comumente verificada, entretanto a caracterização dessas feições não é facilmente realizável, e, em muitas vezes não há um consenso sobre sua classificação. Segundo Santos et al. (2005), os mosqueados são caracterizados pela presença de cores mescladas nos horizontes ou camadas do solo. Eles podem ocorrer pela presença de partes do material de origem do solo não ou pouco intemperizado (remanescente),

podendo também ser decorrente da drenagem imperfeita do perfil de solo. Nódulos/concreções, por sua vez, são corpos cimentados que podem ser removidos intactos da matriz do solo. As concreções distinguem-se dos nódulos pela organização interna apresentando simetria interna disposta em torno de um ponto, enquanto nódulos carecem de uma organização interna ordenada (Santos et al., 2005). As plintitas, entretanto, são formações constituídas da mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em óxidos de ferro. A formação das plintitas está ligada a acumulações localizadas de óxidos de ferro resultante de processos de precipitação cíclica de Fe na zona de flutuação do lençol freático (Kämpf e Curi, 2012).

Tanto a presença de remanescentes do material de origem pouco intemperizados, como a pedogênese de estruturas bem desenvolvidas (plintitas e petroplintitas) podem ocorrer nos solos da região da Depressão Central. Além da variabilidade estrutural, a variabilidade química dessas feições morfológicas também é condicionada pelos processos que dão origem a essas feições. Como exemplo temos a segregação e precipitação de ferro, mecanismos de ferrólise e de iluviação de compostos de ferro e dissoluções de materiais aluminossilicatados como alguns dos processos envolvidos na formação das plintitas/petroplintitas (Coelho e Vidal-Torrado, 2003; Miguel, et al., 2013).

O presente trabalho teve como objetivo identificar horizontes com presença de segregações e caracterizá-los quimicamente quanto às suas feições ferruginosas buscando elucidar a possível origem dessas estruturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados três perfis de solo em uma toposequência ao longo da rodovia RS 158 que liga os municípios de Santa Maria e Rosário do Sul, na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Os perfis foram descritos em posições diferenciadas da paisagem sendo o perfil 11 RS (GLEISSOLO HÁPLICO Alítico argissólico) descrito



em posição de sopé coluvial, o perfil 12 RS (PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico êndico) descrito em posição de meia encosta, e o perfil 13 RS (ARGISSOLO AMARELO Alumínico abrupto) descrito em posição de interflúvio. Os três perfis foram descritos morfologicamente e coletados de acordo com Santos et al., (2005). As principais características morfológicas dos três perfis avaliados são apresentadas na **Tabela 1**. Para execução das análises laboratoriais foram coletadas amostras deformadas de todos os horizontes pedogenéticos, as quais foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas (peneira malha 2 mm) obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA). Nos horizontes que apresentam segregações foram separadas amostras da matriz (m) e das segregações (s) (também na forma de TFSA) para a caracterização química dessas estruturas através do ataque sulfúrico e de dissoluções seletivas. A quantificação dos teores semitotais para os elementos Fe, Al, Si e Ti nesses materiais foi realizada pelo método do ataque sulfúrico (H_2SO_4 1:1) (EMBRAPA, 1997), sendo os resultados expressos na forma de óxidos. Os teores de Fe e Al nas estruturas de óxidos de ferro pedogênicos foram extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) a 80 °C em duas extrações sucessivas (Mehra e Jackson, 1960). Os teores de Fe, Al e Si em estruturas minerais de baixa cristalinidade foram extraídos com oxalato de amônio 0,2 mol L⁻¹ a pH 3,0, em ausência de luz (Schwertmann, 1964).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de ferro extraídos pelo ataque sulfúrico (Fe_2O_3 -s) foram maiores nas segregações do que os valores obtidos na TFSA e na matriz dos solos, com teores variando entre 18,95 a 55,85 g kg⁻¹ de Fe_2O_3 -s (**Tabela 02**). A média dos teores observados para a TFSA foi de 27,9 g kg⁻¹ enquanto nas segregações foi 43,7 g kg⁻¹ e na matriz dos horizontes avaliados foi de 24,8 g kg⁻¹. Os menores valores de Fe_2O_3 -s foram observados no perfil 13 RS, entretanto a maior diferença entre a matriz e as segregações foi verificada no perfil 11 RS. Os menores teores de Fe_2O_3 -s nas matrizes dos horizontes variegados dos solos se deve a dissolução reductiva dos óxidos de ferro, associada à elevada mobilidade do Fe^{2+} , o qual é facilmente removido do sistema. Segundo Miguel et al (2013), o rebaixamento do lençol freático e consequente drenagem do perfil faz com que o Fe migre do perfil, ora sendo perdido do sistema, ora sendo remobilizado na forma de segregações ferruginosas.

Para o alumínio houve comportamento oposto ao

ferro, sendo evidenciados valores de alumínio maiores na matriz dos horizontes avaliados (79,1 < Al_2O_3 -s < 165,1 g kg⁻¹), o qual devido sua fraca mobilidade tende a se concentrar relativamente aos demais elementos.

Entre os elementos com as maiores proporções no solo (Fe, Al, e Si), o silício foi o elemento que apresentou menor diferença entre segregação e matriz. A variação nos teores de TiO_2 -s também foi pequena, sendo observados teores mais expressivos na matriz das amostras analisadas do que nas segregações.

Os teores de Fe_2O_3 -d extraídos por DCB das segregações apresentaram valores semelhantes àqueles extraídos por ataque sulfúrico (**Tabela 03**). Na matriz dos horizontes avaliados, apesar dos teores de Fe_2O_3 -s ainda serem menores que nas segregações e na TFSA, os valores de Fe_2O_3 -d foram muito inferiores aos observados no ataque sulfúrico. Isso indica que, nas segregações, a maior parte do ferro está na forma de óxidos de ferro pedogênicos. Já para a matriz o que se constata é que ainda ocorre ferro na estrutura de argilominerais primários. A relação Fe_2O_3 -d/ Fe_2O_3 -s discrimina bem esse comportamento, com relações próximas a 0,80 para as segregações enquanto nas amostras de matriz as relações ficaram em 0,50 para o perfil 13 RS e abaixo de 0,20 para os perfis 12 RS e 11 RS sugerindo que menor quantidade do ferro desse material está na forma de óxidos pedogênicos.

O Fe_2O_3 -o por sua vez não apresentou diferenças expressivas entre segregações e matriz, entretanto variaram quando comparados à TFSA. Entre os perfis avaliados o que se observa é que os valores de Fe_2O_3 -o foram mais expressivos nos perfis 11 RS e 12 RS em comparação às amostras avaliadas do perfil 13 RS. Esse resultado está provavelmente relacionado às condições de menor drenagem destes perfis em relação ao perfil 13 RS. Semelhantemente ao observado por Coelho e Vidal-Torrado, (2003) e Miguel et al, (2013) analisando perfis de solos plínticos, os valores de Fe_2O_3 -o observados neste estudo também foram pouco superiores nas segregações em relação à matriz, principalmente para o perfil 11 RS. Segundo estes autores valores de Fe_2O_3 -o de segregações superiores ao observados na matriz indicam que nas regiões de concentração (zonas avermelhadas), o pouco tempo ou as condições bioclimáticas não permitiram a formação e cristalização de óxidos de ferro, resultando em maiores teores de Fe_2O_3 -o.

A relação Fe_2O_3 -o/ Fe_2O_3 -d foi distinta entre os perfis, apresentando valores maiores nos horizontes analisados dos perfis 11 RS e 12 RS. As variações também foram expressivas entre segregações e mosqueados, principalmente nos dois perfis que



apresentaram maiores relações $Fe_2O_3\text{-o} / Fe_2O_3\text{-d}$. Nesses perfis com altas relações $Fe_2O_3\text{-o} / Fe_2O_3\text{-d}$, para as amostras de matriz ($>0,5$), grande parte do ferro está constituindo minerais de baixa cristalinidade. Os valores obtidos para esta relação corroboram com os valores observados Miguel et al (2013).

Os teores de $Al_2O_3\text{-d}$ e $Al_2O_3\text{-o}$ foram maiores nas segregações do que nas matrizes dos horizontes avaliados, com diferentes amplitudes entre segregação/matriz. Entretanto, em comparação aos valores obtidos para a TFSA os perfis apresentaram comportamento distinto sendo que no perfil 13 RS os valores de $Al_2O_3\text{-d}$ foram maiores na TFSA em relação às segregações e no perfil 11 RS os valores de $Al_2O_3\text{-d}$ da TFSA foram menores que nas segregações. Esse comportamento está relacionado com a concentração do Al nos perfil mais intemperizado (13 RS). Para o $Al_2O_3\text{-o}$, os teores, além de menores apresentaram menores diferenças entre matriz e segregações. Os teores de $Al_2O_3\text{-d}$ foram semelhantes aos observados por Miguel et al (2013) em Plintossolos da região de Santa Maria.

CONCLUSÕES

Os teores de ferro extraído pelo ataque sulfúrico ($Fe_2O_3\text{-s}$) e ferro extraído por Ditionito ($Fe_2O_3\text{-d}$) nas segregações foram maiores do que do que os valores obtidos na TFSA bem como na matriz indicando que essas feições são zonas oxidadas com altos teores de óxidos de ferro remanescentes do material de origem. A gênese de segregações observadas nos horizontes subsuperficiais está ligada as condições de maior restrição ou de impedimentos na drenagem, decorrentes da presença de horizontes com grande acumulação de argila sobrejacente a horizontes pouco permeáveis (C e CR). Reações de redução e oxidação fazem com que parte do ferro seja removido do perfil, sendo que as manchas acinzentadas correspondem às regiões de depleção de ferro, caracterizadas pelos menores teores de ferro total e Fed.

REFERÊNCIAS

COELHO, M.R. e VIDAL-TORRADO, P. Caracterização e gênese de perfis plínticos desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru. II - Mineralogia. R. Bras. Ci. Solo, **Revista Brasileira de ciência do Solo**, v.27, p.495-507, 2003.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. p.221.

KÄMPF, N. e CURTI, N. Formação e Evolução do Solo (Pedogênese). In: KER, J. C. et al. **Pedologia Fundamentos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 207-302.

MEHRA, O.P. e JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: **Conference on Clays and Clay Minerals**, v. 7, p. 317- 327, 1960.

MIGUEL, P. et al. Caracterização de plintitas e petroplintitas em solos da Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.43, n.6, p. 999-1005. 2013.

SANTOS, R.D. et al., **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.100.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der eisenoxide des bodens durch extraction mit ammoniumoxalat-lösung. **Z. Pflanzenernähr, Düng. Bodenkd.**, v. 105, p. 194-202, 1964.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. p.222



Tabela 1. Características morfológicas descritas nos perfis de solos avaliados na região de Santa Maria RS.

Hz.	Prof.	Cor úmida (variegada); classe textural; estrutura
11 RS		
A	0-40	10 YR 3/3; areia/ franco arenosa; moderada, média; blocos subangulares
BA	40-62	10 YR 3/3; franco argiloso; moderada, média, grande, blocos subangulares
B1*	62-88	10 YR 4/3 e 10 R 4/6**; argila; moderada forte; média/ grande; blocos subangulares
B2*	88-112	10 YR 4/2 e 2,5 YR 4/8**; argilo arenosa; moderada forte; grande; prismática que se desfaz em blocos subangulares
C	112-160+	Franco argilosa; dura/firme
12 RS		
A1	0-30	10 YR 2/1; franca; moderada; média a grande; granular
A2	30-60/65	10 YR 2/1; areia franca/ franco arenosa; fraca; pequena; blocos subangulares
E	60/65-80/85	10 YR 5/4; areia; fraca; pequena; blocos subangulares/ grão simples
Bt*	80/85-103/120	2,5 Y 5/3 e 10 R 4/8**; argila/muito argilosa; moderada forte; grande; blocos angulares
BC*	103/120-140	2,5 Y 6/2 e 2,5 YR 4/8**; franco/ franco argilosa; moderada forte; grande; blocos angulares
13 RS		
A1	0-30	10 YR 3/3; franco arenosa; fraca; pequena; grão simples/granular
A2	30-60/65	10 YR 3,5/3; franco arenosa; caráter fragipânico
E	60/65-80/85	10 YR 4/6; areia franca; caráter fragipânico
Bt1*	97-120	7,5 YR 3/4 e 7,5 YR 4/6**; argila; forte; média; blocos angulares
Bt2*	120-143/155	10 YR 4/4 e 2,5 YR 4/8**; argila; maciça
C	143/155-180+	10 YR 4/4 e 2,5 YR 3/6**

* horizonte com coloração variegada

** cor da segregação avermelhada

Tabela 2. Teores dos elementos na forma de óxidos obtidos por ataque sulfúrico (s) em solos da região da Santa Maria.

Hz		Ataque sulfúrico (g kg ⁻¹)			
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
11 RS B1	TFSA	46,62	79,15	24,06	5,22
	S	73,90	84,00	48,15	4,38
	M	56,80	93,90	21,75	4,59
12 RS Bt	TFSA	144,45	161,65	33,69	7,70
	S	113,85	100,45	55,85	5,21
	M	109,85	165,15	33,75	6,56
13 RS Bt2	TFSA	92,59	112,96	25,96	6,33
	S	86,35	95,85	27,10	4,48
	M	71,40	116,85	18,95	5,43

Tabela 3. Dissoluções seletivas (d = DCB e o = oxalato de amônio) e relações Fed/Fes, Feo/Fed e Ald/Fed dos solos da região de Santa Maria, RS.

Hz		Dissoluções seletivas (g kg ⁻¹)					
		DCB		Oxalato		Relações	
		Fed	Ald	Feo	Alo	Fed/Fet	Feo/Fed
11 RS B1	TFSA	12,04	4,22	1,63	1,81	0,50	0,14
	S	40,33	6,96	4,15	2,38	0,84	0,10
	M	6,06	3,84	3,81	1,83	0,28	0,63
12 RS Bt	TFSA	14,07	6,06	2,81	3,18	0,42	0,20
	S	43,34	6,02	2,71	1,80	0,78	0,06
	M	4,23	5,41	2,70	1,61	0,13	0,64
13 RS Bt2	TFSA	19,92	4,36	2,88	1,61	0,77	0,14
	S	21,89	3,64	0,48	2,99	0,81	0,02
	M	10,17	3,59	0,46	2,88	0,54	0,05