

Mineralogia e a distribuição dos óxidos de ferro presentes no horizonte B nos solos do Estado do Paraná

Ivan Granemann de Souza Junior⁽¹⁾; Antonio Carlos Saraiva da Costa⁽²⁾; Cesar Crispim Vilar⁽³⁾; Allan Hoepers⁽⁴⁾; Alini Taichi da Silva Machado⁽³⁾; Patricia dos Santos⁽³⁾

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá; Maringá – PR; ivangsjunior@gmail.com; ⁽²⁾ Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá; Maringá-PR; antoniocscosta@gmail.com; ⁽³⁾ Aluno(a) do curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – Maringá-PR ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo; autônomo – Maringá-PR.

RESUMO: Os óxidos de ferro, em suas diferentes formas, constituem um importante grupo de minerais presente nos solos. Em condições tropicais e subtropicais esses minerais podem ser encontrados em quantidades apreciáveis, pois são acumulados durante o processo de intemperismo. Suas características químicas e mineralógicas refletem o ambiente de formação, tornando-os importantes indicadores pedoambientais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição dos teores e das diferentes formas dos óxidos de ferro presentes na fração argila do horizonte B dos solos nas diferentes regiões fisiográficas do Estado do Paraná. Os resultados obtidos mostraram que tanto o teor quanto as formas dos óxidos de ferro presente nos solos variaram entre os materiais de origem nas diferentes regiões do Estado. Em média, os maiores teores de Fe_2O_3 foram encontrados nos solos do Terceiro Planalto da Formação São Bento (TPSB), composto predominantemente por solos de origem basáltica, que refletiu numa mineralogia composta majoritariamente pela hematita (Hm), seguido da goethita (Gt) e maghemita (Mh). Os baixos teores de ferro no material de origem, associado às condições de clima mais frio das regiões do Primeiro (PPLA) e Segundo (SPLA) Planaltos foram responsáveis pelo menor conteúdo de Fe_2O_3 nos solos dessas regiões, que apresentaram mineralogia predominantemente goethítica.

Termos de indexação: hematita, goethita, maghemita.

INTRODUÇÃO

Os óxidos de ferro constituem um importante grupo de minerais que podem ser encontrados em praticamente todos os ambientes sob diferentes formas. As principais espécies oxídicas encontradas na fração argila dos solos são a Gt, a Hm e a Mh. Nas regiões de clima tropical e subtropical esses minerais são acumulados durante o processo de intemperismo, podendo ser encontrados nos solos em quantidades apreciáveis, cujas características

refletem as condições de formação nos seus atributos químicos e mineralógicos.

Os óxidos de ferro de origem pedogênica normalmente apresentam tamanho de partículas muito reduzido, sendo comum cristais com imperfeições (Bigham et al., 2002; Costa & Bigham, 2009), apresentando elevada área superficial específica, o que os tornam muito eficientes na absorção de diversos elementos químicos. Além disso, durante o processo de formação, esses minerais são capazes de incorporar diferentes elementos químicos em sua estrutura cristalina tornando sua quantificação e caracterização importante nos estudos pedológicos e levantamentos para uso e manejo dos solos.

O Estado do Paraná abrange uma extensão territorial de aproximadamente 200.000 km², apresentando diferentes compartimentos geológicos com regiões de paisagens naturais distintas, que refletem tanto no teor quanto no tipo de óxido de ferro presente nos solos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição do teor de Fe_2O_3 e das diferentes formas dos óxidos de ferro presentes no horizonte B dos solos nas diferentes regiões fisiográficas do Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas e georreferenciadas 307 amostras do horizonte B de solos do Estado do Paraná. As amostras foram secas ao ar, passadas em peneira com malha de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As frações granulométricas foram separadas após agitação mecânica de 50g da TFSA de cada amostra, na presença de NaOH 0,2 mol L⁻¹, como agente dispersante. A fração areia (>0,05 mm) foi separada por peneiramento. A fração argila (<0,002 mm) foi separada da fração silte por sucessivos sifonamentos, respeitando o tempo de sedimentação das partículas. A fração argila foi congelada em nitrogênio líquido e liofilizada para determinação do teor de Fe por espectrofotometria de absorção atômica após extração pelo ataque

sulfúrico (Embrapa, 1997) e para obtenção dos óxidos de ferro concentrados, após dissolução seletiva da caulinita e gibbsita utilizando-se NaOH 5mol L⁻¹ fervente (Kämpf & Schwertmann, 1982). A composição mineralógica dos óxidos de ferro presentes na fração argila concentrada em óxidos de ferro foi avaliada por difratometria de raios-X (DRX). As amostras foram analisadas na forma de pó e os difratogramas foram obtidos numa varredura escalonada de 0,02 °2θ por 0,6 segundos entre 10 e 80 °2θ, utilizando-se radiação de CuKα e filtro de Ni num equipamento Shimadzu XRD-6000, pertencente ao Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) da Universidade Estadual de Maringá.

A distribuição de Hm, Gt e Mh foi estimada com base na área dos reflexos d₀₁₂ (x 3,5) para Hm, d₁₁₀ para Gt (Schwertmann & Lathan, 1986) e a área do reflexo d₂₂₀ (x 3,5) para Mh (Costa et al., 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características geológicas dos diferentes materiais de origem dos solos influenciaram diretamente na concentração e na mineralogia dos óxidos de ferro presentes na fração argila dos solos. Os resultados obtidos para os teores e formas dos óxidos de ferro presentes na fração argila dos solos foram agrupados em quatro conjuntos, de acordo com as diferentes regiões do Estado e suas formações geológicas: o Primeiro Planalto (n = 48 amostras); o Segundo Planalto (n = 56 amostras) e o Terceiro Planalto, subdividido nas Formações São Bento (n = 151 amostras) e Bauru (n = 52 amostras).

O teor de Fe₂O₃ variou de 0 a 235 g kg⁻¹, respectivamente para a fração argila dos solos do SPLA e TPSB (**Tabela 1**). Nessas formações encontrou-se também a maior amplitude nos teores de médios de Fe₂O₃, que variou de 76 a 145 g kg⁻¹ para os solos do SPLA e do TPSB, respectivamente.

Os resultados da análise de DRX mostram que, em termos gerais, a Gt e a Hm são os principais óxidos de ferro presente nos solos. Em média, a concentração de Hm na fração argila concentrada em óxidos de ferro variou de 202 a 868 g kg⁻¹ para as amostras do PPLA e TPGB, respectivamente. Os teores médios de Gt variaram de 56 a 794 g kg⁻¹, respectivamente para a fração argila dos solos do TPGB e do PPLA. Todavia, a amplitude de variação para os teores desses minerais variou de < 1 a 1000 g kg⁻¹, dependendo das condições de pedoambientais nas diferentes regiões do Estado. Os fatores que influenciaram na dinâmica do par “hematita-goethita” estão relacionados diretamente

com as condições de formação dos solos (Bigham et al., 2002). Os solos formados a partir de materiais com maior conteúdo natural de ferro como do TPSB e TPGB, apresentaram as maiores concentrações de Hm (Costa et al., 1999; Souza Junior et al., 2010). Já as maiores concentrações de Gt foram observadas para os solos formados a partir de materiais de origem com menor conteúdo de ferro, como das rochas metamórficas e sedimentares das regiões do PPLA e SPLA.

Em menores concentrações e, normalmente associada à Hm ocorre a Mh, com concentração média variando de 4 a 83 g kg⁻¹, respectivamente para os solos do PPLA e TPSB. Os maiores teores desse mineral ocorrem nas regiões onde os solos são formados a partir de rochas com maior teor de ferro e com condições climáticas mais quentes e secas (Costa & Bigham, 2009), como observado para os solos do TPSB e TPGB (**Figura 1**). Tal fato está associado às características mineralógicas da Hm e Mh, pois ambos são termodinamicamente menos estáveis que a Gt e apresentam maior estabilidade nos ambientes mais quentes, com maior taxa de liberação de ferro e menor atividade da água atividade (Bigham et al., 2002).

Tabela 1 – Teores de Fe₂O₃ na fração argila e de hematita, goethita e maghemita na fração argila concentrada em óxidos de ferro do horizonte B dos solos do Paraná.

	Fe ₂ O ₃	Hematita	Goethita	Maghemita
g kg ⁻¹				
Primeiro Planalto - PPLA				
Mínimo	12	0	255	0
Média	87	202	794	4
Máximo	217	749	1000	74
Segundo Planalto - SPLA				
Mínimo	0	0	0	0
Média	76	327	612	17
Máximo	200	903	1000	156
Terceiro Planalto - Formação São Bento - TPSB				
Mínimo	41	0	0	0
Média	145	607	311	83
Máximo	235	921	1000	297
Terceiro Planalto - Formação Bauru - TPGB				
Mínimo	59	51	0	0
Média	97	868	56	76
Máximo	163	1000	431	188



CONCLUSÕES

A grande diversidade de materiais de origem nas diferentes regiões do Estado do Paraná influencia tanto no teor como na forma dos óxidos de ferro presentes na fração argila dos solos.

A Gt e a Hm são os óxidos de ferro mais abundantes nos solos paranaenses.

A Mh ocorre associada à Hm e as maiores concentrações ocorrem nos solos formados a partir de material de origem com maior conteúdo de ferro como das regiões do TPSB e TPGB.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Mineropar (Minerais do Paraná S.A.) pela coleta das amostras.

REFERÊNCIAS

BIGHAM, J. M.; FITZPATRICK, R. W. & SCHULZE, D. G. Iron Oxides. In: DIXON, J. B.; SCHULZE, D. G. (Eds.). Soil Mineralogy with Environmental Applications. (SSSA Book Series, no 7). Madison: Soil Science Society of America, 2002. p. 367-388.

COSTA, A. C. S. da. & BIGHAM, J. M. Óxidos de ferro. In: MELO, V. F. & ALLEONI, L. R. F. (Eds.) Química e mineralogia do solo. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 505-572.

COSTA, A. C. S. da.; BIGHAM, J. M.; RHOTON, F.E. & TRAINA, S. J.. Quantification and characterization of maghemite in soils derived from volcanic rocks in southern Brazil. *Clays and Clay Minerals*, 47: 466-473, 1999.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1997, 212p.

KÄMPF, N. & SCHWERTMANN, U. The NaOH concentration method for iron oxides in soils. *Clays and Clay Minerals*, 30: 401-408, 1982.

SCHWERTMANN, U. & LATHAN, M. Properties of iron oxides in some New Caledonian Oxisols. *Geoderma*, 39:105-123, 1986.

SOUZA JUNIOR, I. G. de.; COSTA, A. C. S. da.; VILAR, C. C. & HOEPERS, A. Mineralogia e susceptibilidade magnética dos óxidos de ferro do horizonte B de solos do Estado do Paraná. *Ciência Rural*, 3:513-519, 2010.

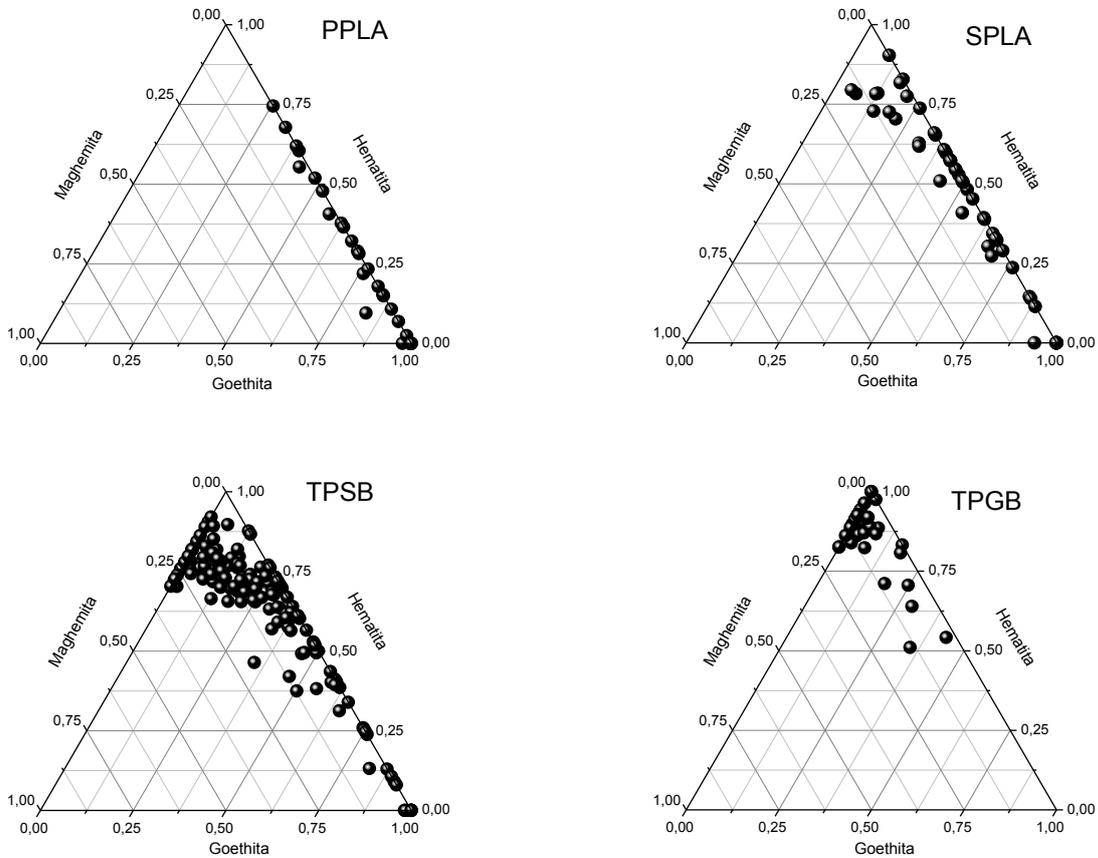


Figura 1 - Diagrama ternário mostrando as proporções relativas de hematita, goethita e maghemita presentes na fração argila do horizonte B dos solos do Paraná após concentração dos óxidos de ferro. PPLA: Primeiro Planalto; SPLA: Segundo Planalto; TPSB: Terceiro Planalto - Formação São Bento e TPGB: Terceiro Planalto – Formação Bauru.