



## ATRIBUTOS QUÍMICOS E MINERALÓGICOS DOS ÓXIDOS DE FERRO EM SOLOS SOB PLANTIO DIRETO DE MATERIAIS DE ORIGEM DISTINTOS

*Filipe Augusto Bengosi Bertagna<sup>1</sup>; Alini Taichi da Silva Machado<sup>2</sup>; Cesar Crispim Vilar<sup>3</sup>; Ivan Granemann de Souza Junior<sup>4</sup>; Antonio Carlos Saraiva da Costa<sup>5</sup>*

**RESUMO:** Os óxidos de ferro são minerais comuns na fração argila de solos tropicais e podem ser utilizados para avaliar alterações no comportamento físico-químico dos solos devido à atividade antropogênica. Portanto, este trabalho tem o objetivo de avaliar as alterações nos atributos mineralógicos de óxidos de ferro de dois Latossolos Vermelhos sob plantio direto após longos períodos deste manejo. Foi selecionada uma área (Latossolo Vermelho férrico) da região de Campo Mourão em plantio direto com mais de 20 anos, e um na região de Palmeira (Latossolo Vermelho) com mais de 30 anos de utilização deste sistema conservacionista. Foram amostrados dois horizontes (A e Bw) dos solos e em área próxima, nos mesmos horizontes, foi amostrado o solo em condição natural (Mata). As amostras de solo foram levadas ao laboratório e processadas para sua caracterização física, química e mineralógica. Os resultados analíticos mostraram grande incremento de matéria orgânica através da palha dos cultivos em plantio direto que favorece a dissolução da maghemita e reduz a susceptibilidade magnética para os solos de Palmeira. Nos solos de Campo Mourão houve uma tendência de ocorrerem aumentos nos valores de susceptibilidade magnética na superfície do solo, provavelmente associados à formação de maghemita no processo de intemperismo da magnetita precursora.

**PALAVRAS-CHAVE:** Difractometria de Raios-X; Mineralogia; Susceptibilidade Magnética.

### 1. INTRODUÇÃO

A implantação, a partir da década de 70, de um sistema de cultivo sem revolvimento de solo (Plantio Direto) revolucionou a produção agrícola no país, instituindo um sistema conservacionista do solo que aumentou significativamente a sustentabilidade de solos e agroecossistemas frágeis. Alterações nos atributos químicos, físicos e mineralógicos dos óxidos de ferro pode ser parte das razões do aumento da sustentabilidade desses agroecossistemas. Este trabalho tem o objetivo de avaliar as alterações na mineralogia dos óxidos de ferro em Latossolo Vermelho de Campo Mourão sob plantio direto por período maior que 20 anos e de Palmeira sob plantio direto por período maior que 33 anos.

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. Bolsista PIBIC/CNPq-UEM. filipeabbertagna@gmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas, Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. atsmachado@gmail.com

<sup>3</sup> Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. cesarcrispim@hotmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá – UEM. ivangsjunior@gmail.com

<sup>5</sup> Orientador, Professor Doutor do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM. acscosta@gmail.com

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi selecionada uma área de Latossolo Vermelho férrico da região de Campo Mourão em plantio direto com mais de 20 anos e de Palmeira em plantio direto com mais de 33 anos de utilização deste sistema conservacionista. Em Campo Mourão, a amostragem foi feita em um perfil de solo derivado de basalto localizado no topo do relevo, onde é maior a intensidade de intemperismo e maiores os teores de óxidos de ferro. Em Palmeira o Latossolo Vermelho é derivado de rochas arenosas. Foram amostrados dois horizontes (A e Bw) do solo e em área próxima, nos mesmos horizontes, foi amostrado o solo em condição natural (Mata).

As amostras de solo foram levadas ao laboratório e processadas para sua caracterização física e química (EMBRAPA, 1997). Em seguida foi obtida a fração argila fina através de sucessivos sifonamentos baseados na Lei de Stokes.

Os óxidos de ferro da fração argila fina foram concentrados através da utilização de NaOH 5 mol L<sup>-1</sup> fervente para remoção de gibbsita e caulinita. Em seguida, as amostras foram analisadas por difratometria de raios-X, utilizando radiações Cu-K $\alpha$  em uma varredura escalonada de 0,02 °2 $\theta$  por 0,6s, entre 15 e 45 °2 $\theta$ , em lâminas montadas em pó. A identificação das espécies minerais presentes nas amostras foi efetuada a partir dos difratogramas de raios-X, segundo a posição e intensidade dos planos de difração (Schwertmann e Taylor, 1989).

A susceptibilidade magnética por unidade de massa da fração argila fina ( $\chi_{BF}$ ) foi avaliada utilizando um medidor Bartington MS2 (Bartington Instruments LTD, Oxford, England), onde amostras previamente pesadas foram diluídas em 10 cm<sup>-3</sup> de sacarose, acondicionadas em frascos de polietileno e submetidas a um fraco campo magnético alternado. A participação da maghemita (Mgh), hematita (Hm) e da goethita (Gt) em relação ao total dos óxidos de Fe foi realizada utilizando-se as áreas dos picos referentes aos planos de reflexão d220, d012 e d110, respectivamente (Costa et al., 1999).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises químicas e físicas de rotina foram efetuadas em todas as amostras e os atributos analisados (Tabela 1) serviram para diferenciar os solos nas diferentes condições de manejo.

O Latossolo de Campo Mourão apresenta textura argilosa, enquanto o de Palmeira possui textura franco arenosa. O horizonte A de todos os apresentam um elevado teor de matéria orgânica devido à matéria orgânica acumulada tanto na mata como no plantio direto.

O horizonte A dos Latossolos sob plantio direto apresenta valores de saturação por alumínio dentro dos padrões exigidos para o cultivo, isto é, os valores de saturação por alumínio são nulos ou muito baixos. Isso ocorre devido à calagem superficial, adubação equilibrada, incremento de matéria orgânica e outras práticas culturais. Apesar do incremento de matéria orgânica no horizonte A dos solos da mata, os valores de saturação por bases não são tão elevados como nos solos sob plantio direto.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos de amostras de solos de diferentes localidades sob diferentes condições de uso do solo.

Local	Trat.	Prof. cm	Areia %	Silte	Argila	C g dm <sup>-3</sup>	pH H <sub>2</sub> O	CTC cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	V %	m
Campo Mourão	Mata	0-5	19	18	64	32	5,1	19,88	25,30	19,26
		100-150	4	13	83	6,72	4,6	7,66	26,76	4,65

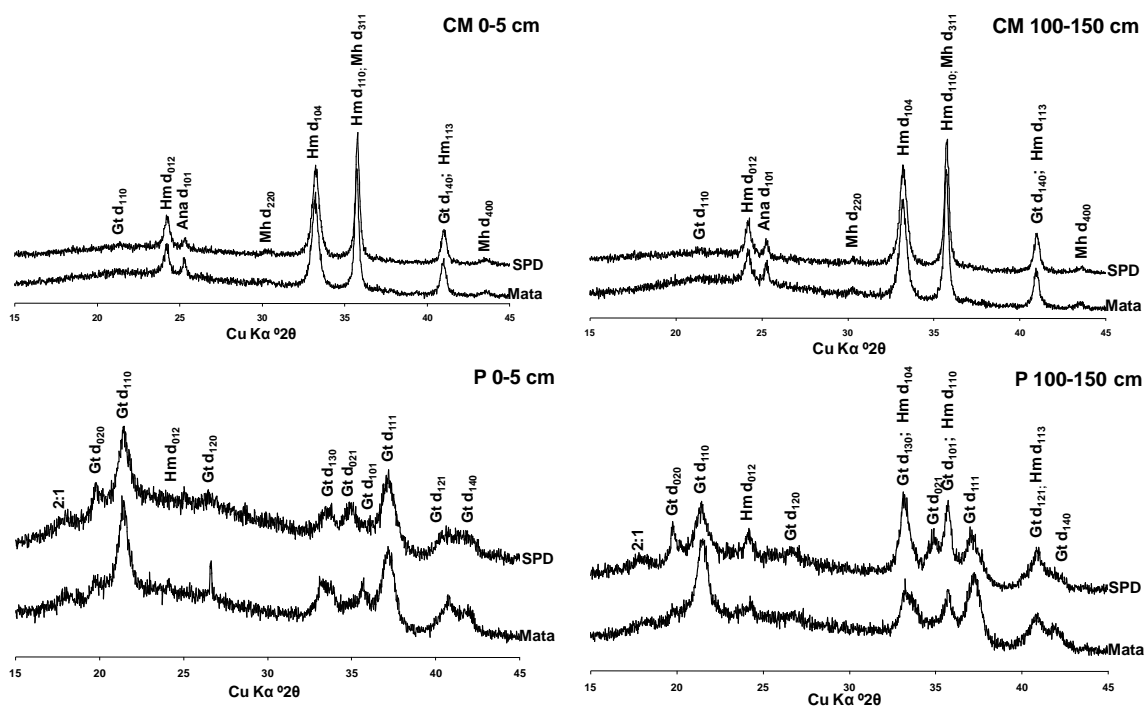
Palmeira	SPD>20 anos	0-5	14	30	56	23,31	6,5	14,42	70,25	0
		100-150	8	11	81	5,93	5,1	6,02	23,26	0
	Mata	0-5	78	4	18	25,32	6,5	16,42	49,76	1,21
		100-150	66	6	28	8,44	5,2	10,78	2,04	89,62
	SPD>33 anos	0-5	64	12	24	28,39	5,3	17,03	64,14	0,91
		100-150	58	9	33	2,69	4,6	9,16	6,33	69,15

C=conteúdo de carbono orgânico; CTC=capacidade de troca catiônica; V=saturação por bases; m=saturação por alumínio.

Os difratogramas de raios-X (Figura 1) das amostras de argila fina tratadas com NaOH 5M mostram a presença de concentrações variáveis de maghemita (Mh), hematita (Hm) e goethita (Gt). Na tabela 3 estão os valores de percentagem desses minerais calculados pela área dos reflexos  $d_{012}$ ,  $d_{110}$  e  $d_{220}$  destes minerais, respectivamente. No Latossolo de Campo Mourão há o predomínio de hematita, enquanto nos solos de Palmeira o mineral em maior concentração é a goethita.

Nos difratogramas de raios-X pode-se observar que a grande concentração de matéria orgânica na superfície dos solos no sistema de plantio direto (SPD) provoca aumento na quantidade de minerais pobremente cristalinos e alteram o grau de cristalinidade dos óxidos de ferro devido à complexação do ferro solúvel pelos colóides orgânicos favorecendo o aumento da concentração de ferrihidrita em relação à hematita/maghemita/goethita.

Enquanto a presença de hematita e goethita nas amostras são facilmente identificáveis pela intensidade de seus reflexos mais intensos  $d_{012}$  para hematita e  $d_{110}$  para a goethita, o reflexo para identificação da maghemita  $d_{220}$  nem sempre é perceptível o que torna a quantificação deste mineral mais difícil utilizando a técnica de difratometria de raios-X. Por esta técnica, a quantificação da maghemita é subestimada e pode-se incorrer em erros para avaliar a distribuição dos minerais ferrimagnéticos em solos.



**Figura 1.** Análise de difratometria de raios-X em amostras de argila fina após a remoção da caulinita e da gibbsita pela solução de 5M NaOH fervendo.

A subestimativa das concentrações de maghemita em solos derivados de basalto pode ser corrigida pelos valores de suscetibilidade magnética por unidade de massa. Os valores de suscetibilidade magnética ( $\chi_{BF}$ ) por unidade de massa (Tabela 2) fornecem subsídios não somente na identificação da presença de minerais ferrimagnéticos nos solos, bem com sua quantificação.

Os valores de  $\chi_{BF}$  variaram de algumas centenas (Palmeira-PR) até  $19.061 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  (Campo Mourão-PR), demonstrando a grande variação na quantidade de minerais ferrimagnéticos entre as amostras de solos analisadas.

A grande quantidade de carbono devido ao incremento de matéria orgânica associada a condições de redução promove a dissolução dos minerais ferrimagnéticos, ocorrendo a tendência de redução dos valores de  $\chi_{BF}$  na superfície do solo, que pode ser observado nos solos de Palmeira (Costa et al., 1999, De Jong et al., 2000). Esta redução estaria associada à dissolução preferencial da maghemita em relação à goethita e ou hematita (Schwertmann e Taylor, 1989). No processo de dissolução o Fe liberado é complexado pelos colóides orgânicos em formas pobremente cristalinas (ferrihidrita) que pode evoluir para a formação de goethita. Em plantio direto, nos solos de Campo Mourão, houve uma tendência de ocorrerem aumentos nos valores de  $\chi_{BF}$  na superfície do solo, provavelmente associados à formação de maghemita no processo de intemperismo da magnetita precursora.

**Tabela 2.** Valores de suscetibilidade magnética por unidade de massa ( $c_{BF}$ ), e percentagem de goethita (Gt), hematita (Hm) e maghemita (Mh) presentes na fração argila fina tratada com 5M NaOH fervendo por difratometria de raios-X utilizando os reflexos d012, d110 e d220 destes minerais respectivamente.

Local	Trat.	Prof.	Gt	Hm %	Mh	SM ( $\chi_{BF}$ ) $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$
Campo Mourão	Mata	0-5	2	91	7	16245
		100-150	1	92	7	15275
	SPD>20anos	0-5	3	88	9	19061
		100-150	1	91	8	16565
Palmeira	Mata	0-5	83	17	0	384
		100-150	79	21	0	1081
	SPD>33anos	0-5	96	4	0	395
		100-150	57	43	0	668

#### 4. CONCLUSÃO

Solos sob plantio direto promovem alterações significativas nos atributos mineralógicos dos solos.

O grande incremento de matéria orgânica através da palha dos cultivos em plantio direto favorece a dissolução da maghemita que reduz a suscetibilidade magnética em superfície, no Latossolos de Palmeira.

No Latossolo de Campo Mourão houve aumento nos valores de suscetibilidade magnética na superfície do solo associados à formação de maghemita.

Foi possível identificar os óxidos de ferro por difratometria de raios X, mas a técnica não possui resolução para avaliar as alterações nas quantidades desses minerais.

#### 5. REFERÊNCIAS

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

DE JONG, E.; PENNOCK, D.J. & NESTOR, P.A. Magnetic susceptibility of soils in different slope positions in Saskatchewan, Canada. **Catena**, 40:291-305, 2000.

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

SCHWERTMANN, U. & TAYLOR, R.M. Iron Oxides. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B.(Eds). **Minerals in soil environments**. Madison: Soil Science Society of America Book Series, 1989. p. 379-438.

**Anais Eletrônico**

VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar  
UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar  
Editora CESUMAR  
Maringá – Paraná – Brasil