



## CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE MAGHEMITA EM SOLOS POR COR E DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X

<sup>1</sup>*César Augusto Castro*; *Ivan Granemann de Souza Junior*<sup>(2)</sup>; *Alini Taichi da Silva Machado*<sup>(3)</sup>; *Eduardo Cimino Cerve*<sup>(4)</sup>; *Everton da Silva Neiro*<sup>(5)</sup> & *Antonio Carlos Saraiva da Costa*<sup>(6)</sup>

**RESUMO:** A quantificação e caracterização dos óxidos de ferro no solo são complicadas devido ao grande número de espécies minerais presentes. A síntese destes minerais em condições de laboratório favorece o conhecimento da gênese e dos efeitos destes minerais em sistemas complexos como o solo. Este trabalho teve como principais objetivos a síntese e caracterização da maghemita ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), a sua incorporação em três diferentes classes de solo Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Niotossolo Bruno alumínico (NBa) e um Vertissolo Hidromórfico órtico (VHo) e avaliação de sua identificação e quantificação utilizando as técnicas de cor e difratometria de raios-X (DRX). A análise da cor não mostrou ser uma técnica adequada para identificar e quantificar a maghemita sintética nas diferentes classes de solos e altas concentrações. A difratometria de raios-X detectou a presença de maghemita sintética incorporada aos solos a partir da concentração de 2,5 %.

**PALAVRAS-CHAVE:** Latossolo Vermelho; Óxidos de ferro; Vertissolo Hidromórfico.

### 1. INTRODUÇÃO

Os óxidos de ferro constituem um importante grupo de minerais presentes nos solos das regiões tropicais e subtropicais. Entre outros minerais presentes nesse grupo, encontra-se a maghemita, um mineral ferrimagnético que pode ter sido formado por diferentes mecanismos e que está normalmente associada à presença de micronutrientes nos solos, o que torna importante sua quantificação. A síntese destes minerais em condições de laboratório favorece o conhecimento da gênese e dos efeitos destes minerais em sistemas complexos como o solo. O presente trabalho teve como objetivo a avaliação da cor e a difratometria de raios-X (DRX) para quantificação da maghemita sintética incorporada nas diferentes proporções (0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10; 12,5; 15; 20; 25 e 50%) em três solos com mineralogia distinta, classificados como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Nitossolo Bruno alumínico (NBa) e Vertissolo Hidromórfico órtico (VGo), coletados em diferentes regiões do Estado do Paraná. A síntese da maghemita foi realizada no Laboratório de Química e Mineralogia do Solo (LQMS) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), por precipitação. A determinação da cor das

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (Maringá PR), bolsista PIBIC/CNPq-FA-UEM. cesar\_augusto86@hotmail.com;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia. ivangsjunior@gmail.com;

<sup>3</sup> Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia da UEM. atsmachado@gmail.com;

<sup>4</sup> Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da UEM. eduardocervi@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da UEM. esneiro@gmail.com ;

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Agronomia. antoniocscosta@gmail.com

amostras foi feita utilizando um colorímetro Minolta, modelo CR-300 e o DRX utilizando um equipamento *Shimadzu XRD-6000* em que os difratogramas de raios X foram obtidos entre 2 e 50  $^{\circ}2\theta$ , em intervalos de 0,02  $^{\circ}2\theta$  por 0,6 segundos, utilizando radiação  $\text{CuK}\alpha$ .

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A síntese da maghemita foi realizada de acordo com metodologia proposta em Schwertmann & Cornell (1991) no Laboratório de Química e Mineralogia do Solo da Universidade Estadual de Maringá (LQMS-UEM).

Os solos utilizados, Horizonte A do Latossolo Vermelho distrófico (LVd) pertence ao município de Maringá (Pr), Nitossolo Bruno alumínico (NBa) pertence ao município de Palmas e o Vertissolo Hidromórfico órtico (VHo) pertence ao município de Maringá (Pr).

A maghemita sintética foi incorporada ( $\text{g g}^{-1}$ ) nas seguintes proporções: 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 12,5; 15; 20; 25 e 50% , à fração argila do LVd, NBa e VHo.

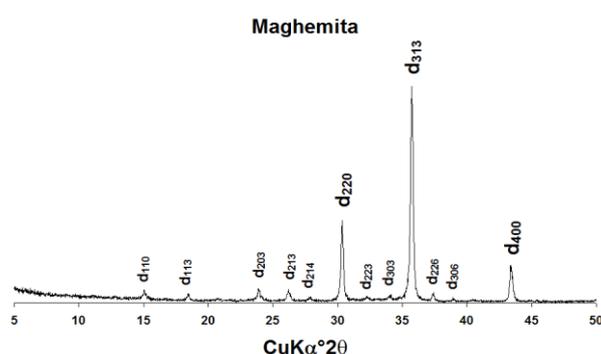
A análise da cor foi determinada utilizando um equipamento, colorímetro Minolta, modelo CR 300.

Os difratogramas de Raios-X foram obtidos entre 2 e 50  $^{\circ}2\theta$ , em intervalos de 0,02  $^{\circ}2\theta$  por 0,6 segundos, utilizando radiação  $\text{CuK}\alpha$  num equipamento *Shimadzu XRD-6000* pertencente ao Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) da Universidade Estadual de Maringá.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

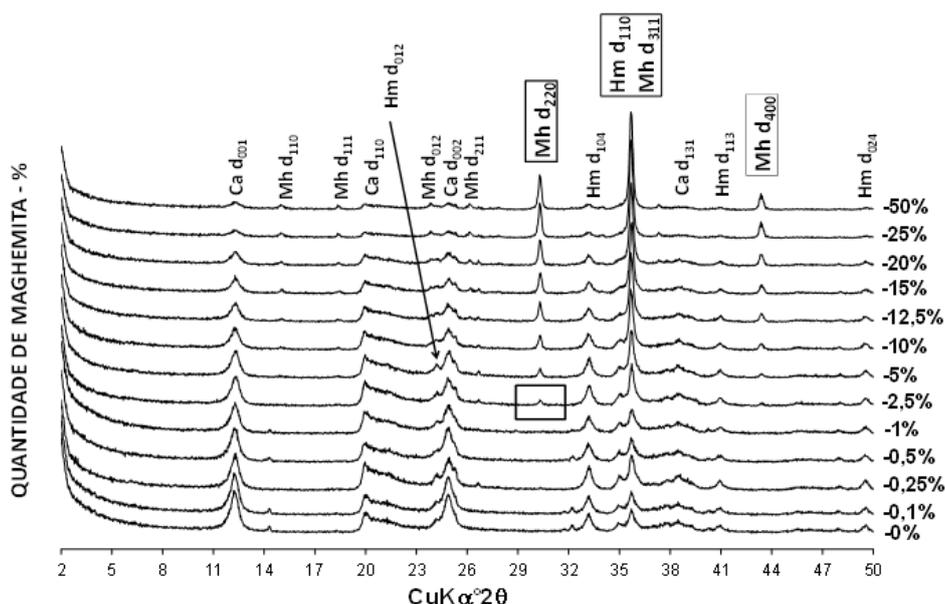
### 3.1 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X-DRX

A difratometria de raios X-DRX é uma técnica básica para identificação de minerais e para tal utiliza os três principais reflexos nas suas respectivas posições e intensidades (Schwertmann & Taylor, 1989). Analisando o difratograma (Fig. 1) da maghemita sintetizada foram observados e indexados somente os reflexos característicos da maghemita, sendo que os três principais são os planos:  $d_{220}$ ,  $d_{313}$  e  $d_{400}$ .



**Figura 1.** Difratometria de Raios-X (DRX) da maghemita sintetizada.

Os difratogramas das diferentes concentrações de maghemita (Fig. 2) mostram para o reflexo correspondente ao plano  $d_{220}$ , posição característico da maghemita, que no tempo de contagem de 0,02  $^{\circ}2\theta$  por 0,6 s o DRX detectou a presença de maghemita sintética a partir da concentração de 2,5%.

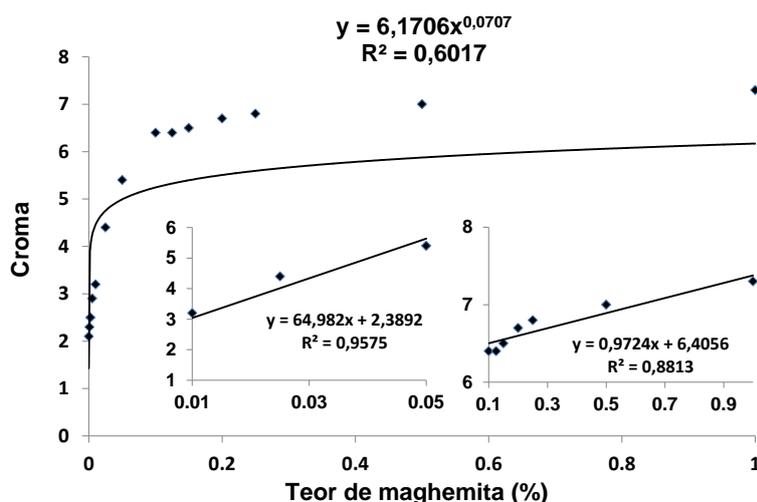


**Figura 2.** Difratogramas de Raios-X nas diferentes concentrações de maghemita (Mh) incorporada ao solo (LVd). Ca=Caulinita; Hm=Hematita; Mh=Maghemita.

Os demais solos, NBa e VHo, apresentaram os mesmos comportamentos somente sendo detectada a presença de maghemita sintética a partir da concentração de 2,5 % para este tempo de contagem.

### 3.2 ANÁLISE DA COR

Dos componentes da cor (matiz, valor e croma) o croma (Tabela 1) apresentou baixa correlação com as diferentes concentrações de maghemita incorporada ao VHo ( $R^2=0,60$ ), porém quando analisado em dois segmentos (Fig.2) apresenta estreita correlação,  $R^2=0,95$  e  $0,88$  para 0 a 10% e 10 a 100% respectivamente.



**Figura 3.** Valores de croma para as diferentes concentrações de maghemita incorporada ao VHo.

A tabela 2 apresenta os demais resultados para a análise da cor nas diferentes classes de solos.

**Tabela 1.** Resultados da análise da cor nas três classes de solos.

ANÁLISE DA COR									
% de Maghemita	LATOSSOLO Vermelho distrófico			NITOSSOLO Bruno aluminico			VERTISSOLO Hidromórfico órtico		
	Matiz	Valor	Croma	Matiz	Valor	Croma	Matiz	Valor	Croma
0	4,6YR	3,3	4,8	8YR	4,7	5,9	04Y	3,8	2,1
0,1	4YR	3,2	5,3	7,9YR	4,8	6,1	04Y	3,9	2,3
0,25	3,9YR	3,2	5,5	7,9YR	4,8	6,1	02Y	3,7	2,5
0,5	4,1YR	3,1	4,6	7,8YR	4,8	6,1	9,9YR	3,8	2,9
1	3,9YR	3,3	5,5	7,7YR	4,8	6,2	9,5YR	3,6	3,2
2,5	5,8YR	3,2	5,3	7,5YR	4,5	6,3	8,3YR	3,5	4,4
5	5,8YR	3,3	5,8	7,2YR	4,4	6,4	7,5YR	3,5	5,4
10	5,9YR	3,4	6,4	6,8YR	4,2	6,7	6,7YR	3,5	6,4
12,5	5,8YR	3,3	6,3	6,8YR	4,3	6,7	6,7YR	3,3	6,4
15	5,8YR	3,3	6,4	6,7YR	4,2	6,7	6,6YR	3,4	6,5
20	5,8YR	3,4	6,7	6,6YR	4,1	6,7	6,4YR	3,4	6,7
25	5,7YR	3,4	6,9	6,6YR	4	6,7	6,3YR	3,4	6,8
50	5,5YR	3,5	7,2	6,6YR	3,8	6,7	6,2YR	3,5	7
100	5,6YR	3,6	7,2	6,1YR	3,8	7	6YR	3,5	7,3

Comportamento semelhante ao VHo, porém no caso do LVd, a adição de maghemita não resultou em alteração significativa na intensidade de coloração ( $R^2 = 0,44$ ). Tal fato pode ser atribuído à presença da elevada concentração de hematita nesse solo, pois seu forte poder pigmentante promove a saturação na intensidade da cor. Isto é semelhante ao que ocorreu nas amostras do NBa e VHo para as concentrações superiores a 10% de maghemita, porém esses resultados não foram verificados para o LVd.

#### 4. CONCLUSÃO

1. Foi possível sintetizar a maghemita em condições de laboratórios praticamente pura. Os resultados obtidos quanto a DRX representam valores próximos aos observados para este mineral nas citações para óxidos de ferro sintéticos.
2. A análise da cor não mostrou ser uma técnica adequada para identificar e quantificar a maghemita sintética em diferentes classes de solos e em baixas concentrações.
3. A difratometria de raios -X (DRX) identificou a presença de maghemita sintética na concentração de 2,5% com tempo de contagem de 0,6 segundos.

#### 5 .REFERÊNCIAS

- COSTA, A.C.S. da. et al. Quantification and characterization of maghemite in soils derived from volcanic rocks in southern Brazil. **Clays and Clays Minerals**, v.4, p.466-473, 1999.
- SCHWERTMANN, U.; CORNELL, R.M. **Iron oxides in laboratory**. New York: Cambridge, VCH, 1991. 137p
- SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron Oxides. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.) **Minerals in soils environments**. Madison: **Soil Science Society of America**. cap.8, p. 379-438, 1989

WHITTING, L.D.; ALLARDICE, W.R. **X-ray diffraction techniques**. In: KLUTE, A., (ed.)  
Methods of soil analysis. Madison: American Society of Agronomy, 1986. cap.12, p.331-  
362