

VIABILIDADE AGRONÔMICA DE PÓ DE DESPOEIRAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LIGAS DE MANGANÊS DA COMPANHIA VALE DO RIO DOCE - CVRD

Eng. Agr. DS. Luiz Eduardo Dias
Eng. Flor. PhD Nairam Félix de Barros
Eng. Agr. PhD Renildes Lúcio Ferreira Fontes
Departamento de Solos
Universidade Federal de Viçosa

Introdução

- Aumento da demanda de micronutrientes no Brasil:
 - Baixa fertilidade dos solos;
 - Maior demanda para sistemas de alta produtividade;
 - Uso incorreto de calcário e adubos fosfatados, que contribuem para uma menor solubilidade dos micronutrientes;
 - Calagem $\rightarrow \uparrow \text{pH} \rightarrow \uparrow \text{macro} \rightarrow \downarrow \text{micronutrientes (exceto Mo)}$;
 - **Ex:** $\text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^- \leftrightarrow \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
 - Com o $\uparrow \text{pH} \rightarrow \uparrow \text{atividade microbiana} \rightarrow \text{oxidação biológica do Mn} \rightarrow <$ disponibilidade de Mn^{2+} .

- Muitos trabalhos têm mostrado o potencial de resíduos siderúrgicos como corretivos e fertilizantes (ACCIOLY, 1996; AMARAL-SOBRINHO *et al.*, 1997; ANDERSON e PARKPIAN, 1998; SILVA, 1999);

Estabelecimento de um convênio entre a UFV e a RDM/CVRD:



Avaliar o potencial do Pó de Despoeiramento como fonte de Mn para a fabricação de fertilizantes agrícolas.

Materiais e Métodos

Etapa 1. Caracterização química dos materiais

Amostra	Unidade RDM	Origem
Barb-1	Barbacena-MG	Filtro 3 interligado aos fornos 4,5 e 6
Barb-2	Barbacena-MG	Filtro 4 interligado ao forno 8
Barb-3	Barbacena-MG	Refino, filtro 5
OP-4	Ouro Preto-MG	Ciclone, 3 ligas
OP-5	Ouro Preto-MG	Câmara liga Fe-Si-Mn 16/20
Salva-6	Salvador-BA	Filtro do forno da Planta 1 (saída do silo)
Salva-7	Salvador-BA	Pó do conversor (galpão de armazenamento)
Salva-8	Salvador-BA	Filtro do forno da Planta 3 (saída do silo)
Cor-9	Corumbá-MS	Pó dos filtros (amostra composta dos diferentes filtros)
Cor-10	Corumbá-MS	Pó dos ciclones (amostra composta dos diferentes ciclones)



O estudo compreendeu três etapas

- **Etapa 1. Caracterização química dos materiais:**
 - Caracterização quanto a origem do material (ABNT NBR 10004:2004);
 - Procedimentos de **lixiviação** para resíduos contendo teor de sólidos igual a 100% (ABNT NBR 10005:2004);
 - Procedimento para obtenção de **extrato solubilizado** de resíduos sólidos (ABNT NBR 10006:2004);
 - Caracterização de **teores totais** (extração por água régia).
 - Enquadramento do PD na Resolução CETSB N° 26, 30/03/1998.
- **Etapa 2. Estudos agronômicos em casa de vegetação:**
 - Cultivo de soja e eucalipto em amostras de solo com diferentes doses de PD.
- **Etapa 3. Estudos agronômicos em campo:**
 - Cultivo de eucalipto com diferentes doses de PD.

Enquadramento do PD, quanto a sua origem, segundo as normas ABNT NBR 10004-2004:

- Fonte geradora: ferro e aço
- Código de identificação: K092
 - Resíduo perigoso: lodos e poeiras provenientes do sistema de controle de emissão de gases empregado na produção de ferro-manganês.
- Constituintes perigosos: cromo e chumbo
- Característica de periculosidade: tóxico



Classe I

Fluxograma do extrato lixiviado

Amostra representativa do PD

Resíduo 100% sólido < 9,5 mm

Solução extratora

Agitação lenta

Filtração lenta

Extrato lixiviado

Preservação e análises

Resultados

Valores de pH das soluções lixiviadas das diferentes amostras de PD das unidades da RDM.

Amostras	pH
Barb-1. Filtro 3 interligado aos fornos 4,5 e 6	7,70
Barb-2. Filtro 4 interligado ao forno 8	7,45
Barb-3. Refino, filtro 5	12,57
OP-4. Ciclone, 3 ligas	8,02
OP-5. Câmara liga Fe-Si-Mn 16/20	8,15
Salva-6. Filtro do forno da Planta 1	8,38
Salva-7. Pó do conversor	5,18
Salva-8. Filtro do forno da Planta 3	9,03
Cor-9. Pó dos filtros	9,97
Cor-10. Pó dos ciclones	7,17

Tabela 2. Teores médios de metais observados nas soluções lixiviadas e acidificadas de amostras de pó de despoejamento das diferentes unidades da RDM e limites máximos permitidos (Anexo F, NBR 10004:2004). Dados em mg/L

Elemento	Barb 1	Barb 2	Barb 3	OP 4	OP 5	Salva 6	Salva 7	Salva 8	Cor 9	Cor 10	LM ABNT
Arsênio	VI ^{1/}	0,03	VI	0,01	VI	VI	0,03	VI	VI	VI	1,0
Bário	VI	0,10	0,59	0,04	VI	VI	0,01	VI	VI	0,31	70,0
Cádmio	VI	0,01	VI	0,02	VI	VI	0,01	VI	VI	VI	0,5
Chumbo	VI	0,04	VI	0,02	VI	VI	0,06	VI	VI	VI	1,0
Cromo	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	5,0
Mercúrio ^{2/}	0,98	0,88	0,87	0,91	2,35	3,25	0,97	1,38	0,98	0,81	100,0
Prata	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	5,0
Selênio	0,19	0,14	0,46	0,13	0,32	0,36	0,09	0,45	0,23	0,34	1,0
Manganês	72,44	142,95	0,40	121,09	47,24	0,37	96,36	3,82	0,07	92,97	NE ^{3/}
Vanádio	VI	0,10	VI	0,09	VI	VI	0,03	VI	VI	VI	NE
Ferro	0,43	0,03	VI	VI	VI	VI	0,01	VI	VI	VI	NE
Alumínio	VI	0,27	VI	0,14	VI	VI	0,33	VI	VI	VI	NE
Cobre	VI	0,01	VI	0,01	VI	VI	0,01	VI	VI	VI	NE
Zinco	0,04	0,09	1,17	0,70	VI	VI	0,25	VI	VI	VI	NE
Níquel	VI	0,13	VI	0,07	VI	VI	0,05	VI	VI	VI	NE
Titânio	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	NE
Cálcio	484,90	402,10	4047,33	558,97	382,60	279,23	327,50	10,57	6,65	925,17	NE

^{1/}VI= valor inferior ao limite de detecção da técnica de espect. por indução de plasma.

^{2/} Valores em µg/L.

^{3/} Valor não especificado na norma ABNT NBR 10004:2004.

Classe IIA

Fluxograma do extrato solubilizado

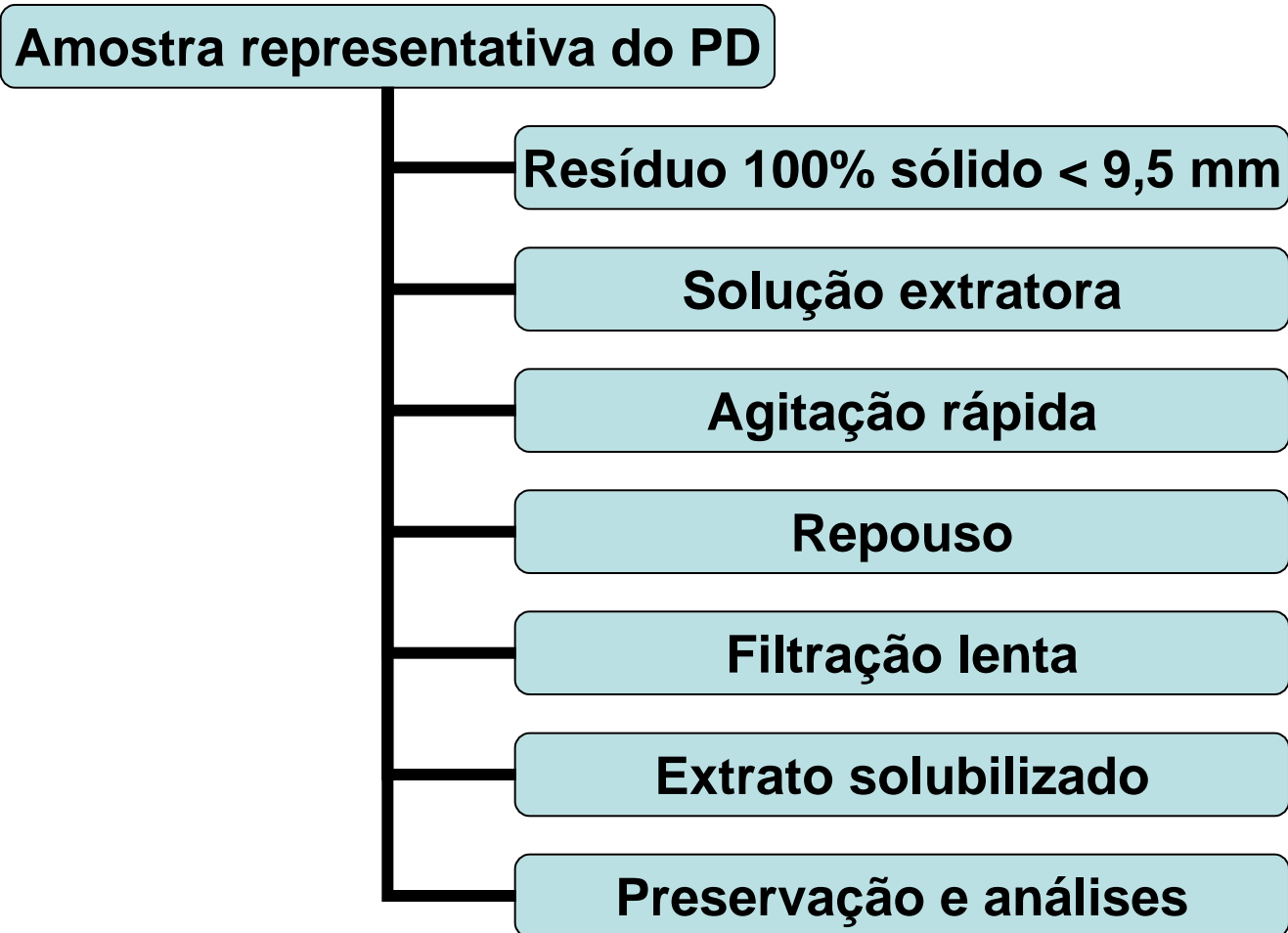


Tabela 3. Valores de pH dos extratos de solubilização das diferentes amostras de PD das unidades da RDM

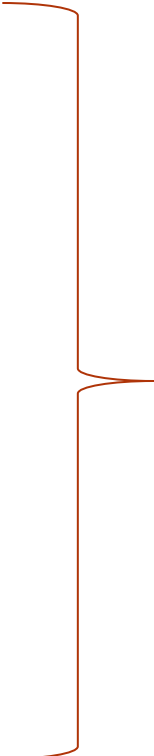
Amostras	pH	
Barb-1. Filtro 3 interligado aos fornos 4, 5 e 6	11,8	 Reação Alcalina
Barb-2. Filtro 4 interligado ao forno 8	11,7	
Barb-3. Refino, filtro 5	13,3	
OP-4. Ciclone, 3 ligas	10,6	
OP-5. Câmara liga Fe-Si-Mn 16/20	10,8	
Salva-6. Filtro do forno da Planta 1	10,7	
Salva-7. Pó do conversor	11,9	
Salva-8. Filtro do forno da Planta 3	11,1	
Cor-9. Pó dos filtros	10,3	
Cor-10. Pó dos ciclones	12,8	

Tabela 4. Teores médios de metais observados nos **extratos de solubilização** de amostras de PD das diferentes unidades da RDM e limites máximos permitidos (Anexo G, NBR 10004:2004).
(método USEPA – SW 846 pH < 3,5)

Elemento	Barb1	Barb2	Barb 3	OP 4	OP 5	Salva 6	Salva7	Salva 8	Cor 9	Cor 10	LM
	----- mg/L -----										
Arsênio	11,40	0,46	0,08	0,27	5,58	5,82	0,10	3,86	0,29	0,07	0,01
Bário	VI ^{1/}	VI	0,16	0,01	VI	VI	VI	VI	0,01	0,03	0,70
Cádmio	VI	VI	VI	VI	VI	0,04	VI	VI	0,01	VI	0,005
Chumbo	VI	VI	7,70	0,37	0,24	1,51	0,08	0,08	0,35	0,01	0,01
Cromo	0,96	0,03	1,01	VI	0,57	1,76	0,18	0,93	0,60	0,37	0,005
Mercúrio	0,55	0,23	0,11	0,59	2,61	10,94	1,32	1,59	1,20	0,83	0,001
Prata	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	0,05
Selênio	0,95	0,20	2,70	0,04	2,22	1,91	0,04	1,76	0,31	0,24	0,01
Manganês	VI	VI	VI	0,27	5,58	5,82	0,10	3,86	0,29	0,07	0,1
Vanádio	1,31	1,95	VI	0,97	0,70	2,53	0,50	0,52	0,27	0,95	NE
Ferro	0,05	VI	VI	0,11	VI	0,03	VI	VI	0,09	0,33	0,30
Alumínio	0,08	0,29	0,44	0,23	VI	VI	1,99	VI	VI	30,73	0,20
Cobre	0,01	VI	0,03	0,01	0,02	0,04	VI	0,01	0,01	0,28	2,00
Zinco	VI	VI	8,01	0,04	VI	0,51	0,02	0,02	0,07	0,02	5,00
Níquel	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	0,02	NE
Titânio	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	NE
Cálcio	4,54	9,63	339,80	0,49	3,11	8,79	11,68	5,24	11,10	15,14	NE

Tabela 5. Amostras com concentrações de arsênio e metais no extrato solubilizado acima dos limites máximos estabelecidos pela norma ABNT NBR 10004:2004

Unidade da RDM	Amostra	Elementos com concentração no extrato solubilizado acima do limite máximo
Barbacena	Barb-1 Filtro 3 interligado aos fornos 4, 5 e 6	As, Cr e Se
	Barb-2 Filtro 4 interligado ao forno 8	As, Cr, Se e Al
	Barb-3. Refino, filtro 5	As, Pb, Se, Al e Zn
Ouro Preto	OP-4. Ciclone, 3 ligas	As, Pb, Se, Mn e Al
	OP-5. Câmara liga Fe-Si-Mn 16/20	As, Pb, Cr, Hg, Se e Mn
Salvador	Salva-6. Filtro do forno da Planta 1	As, Cd, Pb, Cr, Hg, Se e Mn
	Salva-7. Pó do conversor	As, Pb, Cr, Hg, Se, Mn e Al
	Salva-8. Filtro do forno da Planta 3	As, Pb, Cr, Hg, Se e Mn
Corumbá	Cor-9. Pó dos filtros	As, Cd, Pb, Cr, Hg, Se e Mn
	Cor-10. Pó dos ciclones	As, Pb, Cr, Se, Fe e Al

Teores totais de alguns elementos em diferentes amostras de PD

Amostra	As	Ni	Cu	Pb	Al	Se	Ba	Fe	V
	-----dag/kg-----								
Filtro 3 Barbacena	0,02	0,02	0,02	0,08	1,27	0,37	0,03	1,32	0,01
Filtro 4 Barbacena	0,01	0,03	0,02	0,01	1,94	0,32	0,15	4,25	0,02
Ciclone Ouro preto	0,01	0,03	0,03	0,05	2,14	0,39	0,08	4,05	0,02
Conversor Salvador	0,01	0,01	0,02	0,16	0,13	1,01	0,00	0,80	0,01
Ciclone Corumbá	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44	0,22	0,04	3,52	0,00

Teores totais de metais em diferentes amostras de PD

Amostra	Cd	Ti	Zn	B	Cr	Hg	S	Ca	Mg
	----- dag/kg -----								
Filtro 3 Barbacena	0,02	0,03	0,25	0,02	0,01	0,005	0,00	2,01	1,39
Filtro 4 Barbacena	0,00	0,12	0,05	0,03	0,01	0,003	0,00	2,31	0,88
Ciclone Ouro preto	0,00	0,12	0,21	0,04	0,01	0,003	0,00	2,15	0,89
Conversor Salvador	0,00	0,00	0,09	0,01	0,02	0,003	0,00	0,68	0,20
Ciclone Corumbá	0,00	0,09	0,02	0,03	0,01	0,003	0,00	3,64	0,54

Enquadramento do PD na Resolução CETESB Nº 26, 30/03/1998.

- Resolução:

- Aprova os procedimentos de controle e fiscalização sobre a utilização de resíduos na formulação de micronutrientes.

- Reciprocidade:

- A Resolução se refere especificamente à materiais oriundos de filtros de fornos elétricos a arco de aciarias e relaciona, de maneira genérica, sua pertinência a pós de fundição em geral. A reciprocidade em relação ao PD indica que a norma pode ser utilizada como referência.

Enquadramento do PD na Resolução CETESB N° 26, 30/03/1998.

- Limites de composição básica dos PDs.
 - A partir dos teores totais de metais encontrados nas amostras de PD, estabeleceram-se os limites de composição básica dos PDs das unidades da EDM-CVRD.

Limites de composição dos PDs

Elemento	Teor	Observação	Elemento	Teor	Observação
	%			%	
Zn	0,25	Teor máximo	Se	1,01	Teor máximo
As	0,02	Teor máximo	Al	2,14	Teor máximo
Cd	0,02	Teor máximo	Fe	4,25	Teor máximo
Pb	0,16	Teor máximo	V	0,02	Teor máximo
Cu	0,03	Teor máximo	Ti	0,12	Teor máximo
Cr	0,02	Teor máximo	Cr	0,02	Teor máximo
Hg	0,03	Teor máximo	Ca	3,64	Teor máximo
Ni	0,03	Teor máximo	Mg	1,39	Teor máximo
Mn	17,49	Teor mínimo			

Enquadramento do PD na Resolução CETESB N° 26, 30/03/1998.

- Limites de composição básica de fertilizantes contendo PD
- A partir de informações fornecidas pela Multitécnica Industrial Ltda, foram estabelecidos os limites de composição básica dos fertilizantes óxido manganoso (MnO) e sulfato de manganês mono hidratado ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) fornecidos pela empresa.

Limites de composição básica de óxido manganoso e sulfato de manganês contendo PD

Elemento	MnO	MnSO ₄	Observação
	----- % -----		
As	0,0020	0,0005	Teor máximo
Cd	0,0010	0,0005	Teor máximo
Pb	0,0020	0,0030	Teor máximo
Hg	0,00001	0,00001	Teor máximo
Fe	0,0004	0,0020	Teor máximo
Mn	60,00	31,50	Teor mínimo do elemento
S	-	21,00	Teor mínimo do elemento

Enquadramento do PD na Resolução CETESB N° 26, 30/03/1998.

- A partir da taxa máxima de aplicação acumulada de metais admissível em solos agricultáveis (USEPA), foi possível calcular o período necessário para que um solo seja considerado inadequado em termos agricultáveis/ambientais com o uso de fertilizantes confeccionados com PD. Taxa de aplicação de Mn = 5,0 kg/ha ano.

Período necessário para que um solo seja considerado inadequado em termos agricultáveis/ambientais em função da aplicação de MnO e MnSO₄ H₂O confeccionados a partir de PD das Unidades da RDM-CVRD

Elemento	MnO	MnSO ₄ H ₂ O
	-----	-----
	anos	
As	246.098	516.698
Cd	468.187	491.493
Pb	180.072	630.019
Hg	20.408.163	10.712.035

Conclusões (Etapa 1)

- Os resultados obtidos refletem a variabilidade existente nos materiais em função da composição dos minérios e das características dos processos a que são submetidos.
- O fato dos extratos lixiviados não terem apresentado nenhum metal com concentração acima dos limites máximos, indica que os materiais podem ser classificados como de Classe IIA Não Inerte, de acordo com a norma ABNT NBR 10004:2004.
- Existe reciprocidade da Resolução CETESB N° 26, 30/03/1998 em relação ao PD, indicando que essa norma pode ser utilizada como referência. A determinação dos valores relativos aos limites de composição básica dos PDs e dos fertilizantes confeccionados com esses demonstram a viabilidade ambiental do uso de PD como fonte de Mn para fertilizantes.

Etapa 2. Estudos agronômicos: Cultivo de soja e eucalipto em amostras de solo com diferentes doses de PD.

Material	Identificação	Mn dag kg ⁻¹
Filtro 3 ligas – Barbacena-MG	F-Barb	27,0
Ciclone forno 8 – Barbacena-MG	C-Barb	21,0
Ciclone 3 ligas - Ouro Preto-MG	C-OP	27,0
Conversor RDM – Salvador, BA	Con-Sal	30,0
Ciclone – Corumbá, MS	C-Cor	17,0
Sulfato de manganês (comercial)	SM-Com	32,5
Sulfato de manganês (produzido com PD)	SM-PD	31,5
Óxido manganoso (produzido com PD)	OM-PD	60,0

Materiais e Métodos

- Montagem dos ensaios em casa de vegetação:
 - Dois solos:
 - TG 74 % Argila
 - TM 19 % Argila
 - Cinco doses
 - 0; 2,5; 5; 7,5 e 30 mg/dm³ Mn
 - Duas espécies
 - Soja var Conquista, cultivada por 90 dias
 - Eucalipto híbrido Urograndis, cultivado por 120 dias
 - O experimento: fatorial [7 materiais (5 PD “in natura” + 1 fertilizante do PD + 1 fertilizante comercial) x 5 doses x 2 solos x 2 culturas] + [1 material (1 fertilizante do PD) x 2 doses x 2 solos x 2 culturas], com três repetições, totalizando 444 unidades experimentais.



Visão parcial do experimento com as plantas de eucalipto em destaque



Visão parcial do experimento com as plantas de soja em destaque

Colheita dos experimentos



Parte
aérea

Sistema
radicular



P, S, Fe, Mn, Zn, Cu, As, Cr, Ni, e Cd

Resultados

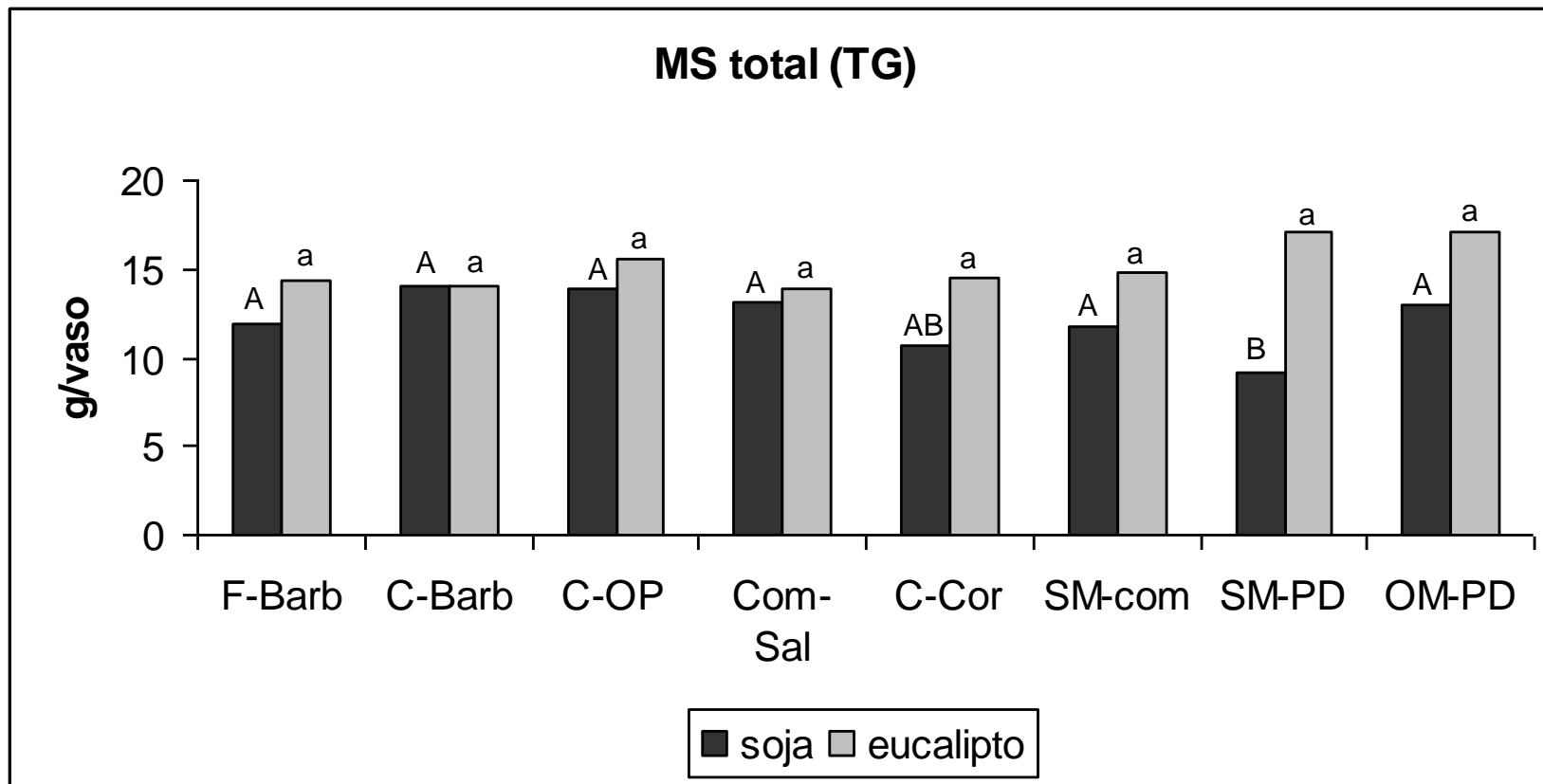


Figura 1. Matéria seca total média de soja e de eucalypto cultivados no solo TG em função de diferentes fontes de Mn.

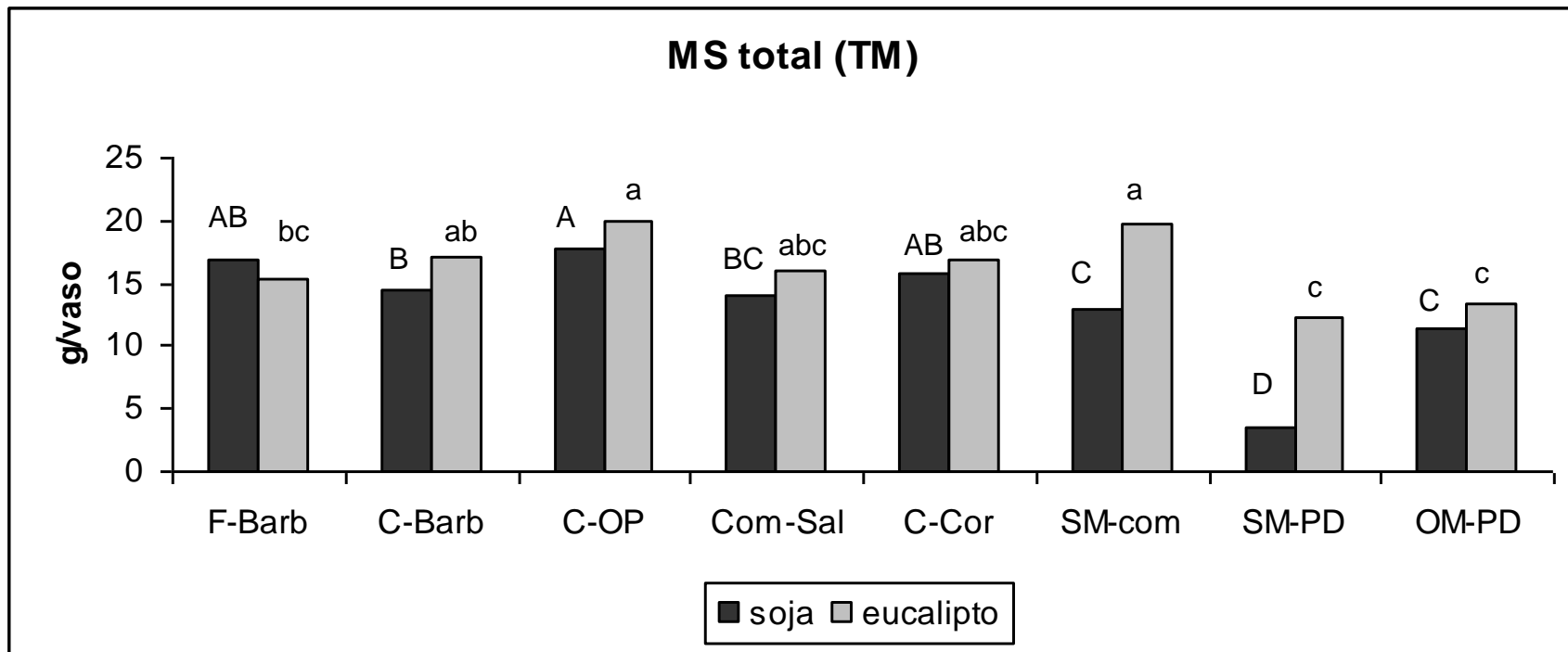
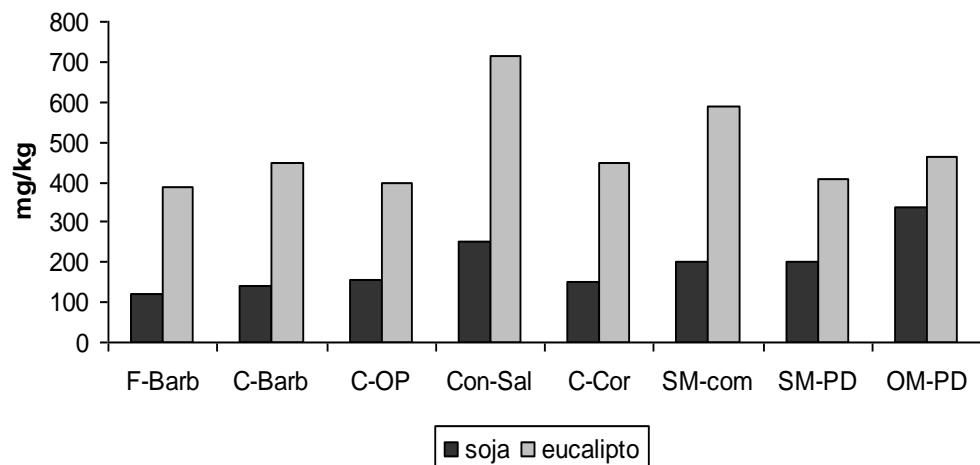


Figura 2. Matéria seca total média de soja e de eucalipto cultivados no solo TM em função de diferentes fontes de Mn.

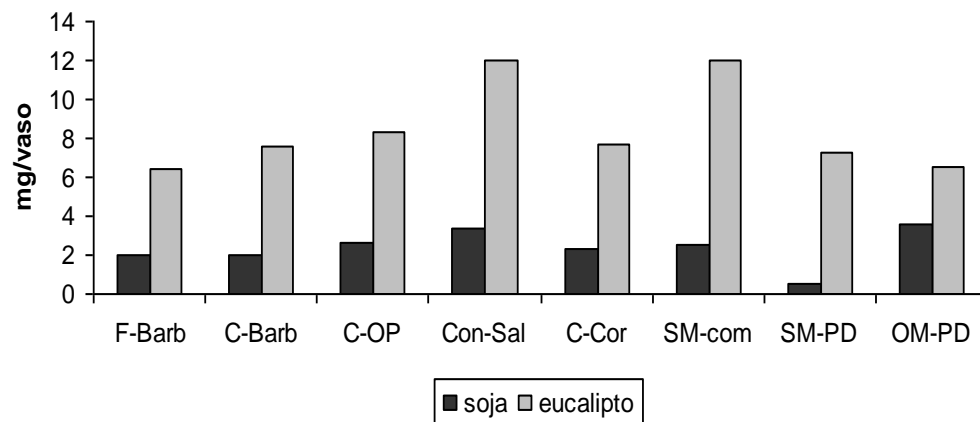
Absorção de Mn pelas plantas de soja e de eucalipto

Solo TG

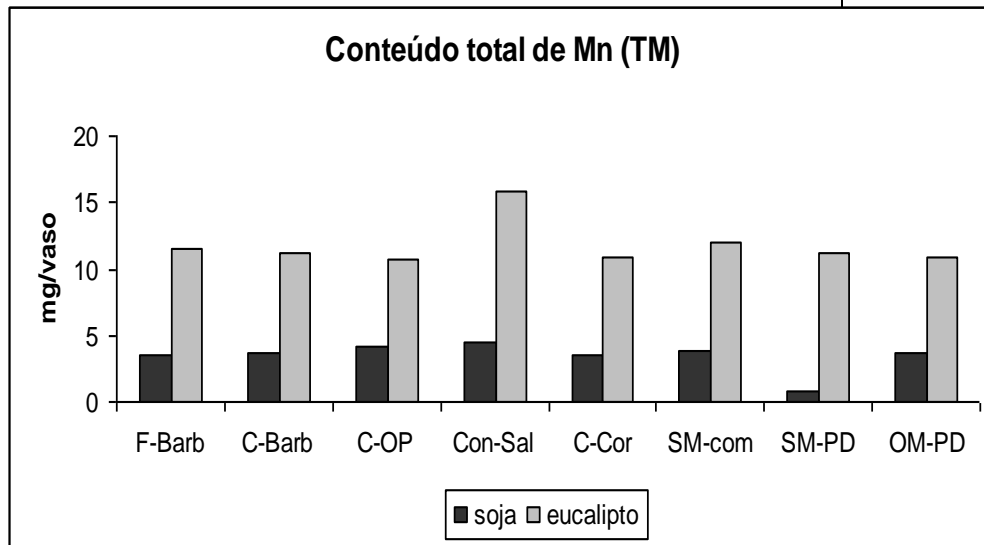
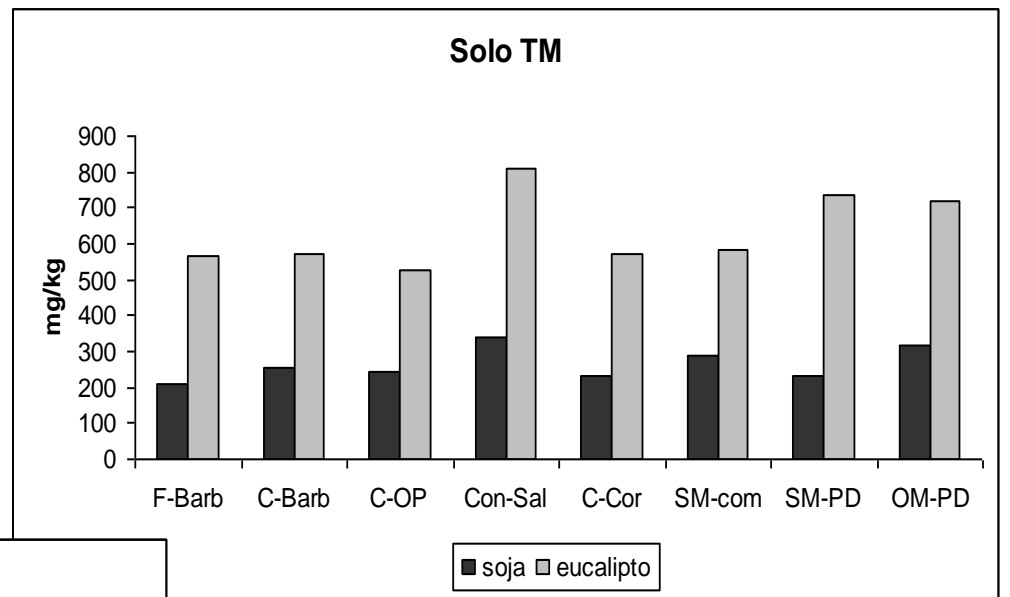


Teores médios de Mn na matéria seca da parte aérea de plantas de soja e eucalipto cultivadas em casa de vegetação no solo de Viçosa (TG) em função dos diferentes materiais testados.

Conteúdo total de Mn (TG)



Conteúdos médios de Mn nas plantas de soja e eucalipto cultivados em casa de vegetação no solo de Viçosa (TG) em função dos diferentes materiais testados



Teores médios de Mn na matéria seca da parte aérea de plantas de soja e eucalipto cultivadas em casa de vegetação no solo de Três Marias (TM) em função dos diferentes materiais testados.

Conteúdos médios de Mn nas plantas de soja e eucalipto cultivados em casa de vegetação no solo de Três Marias (TM) em função dos diferentes materiais testados

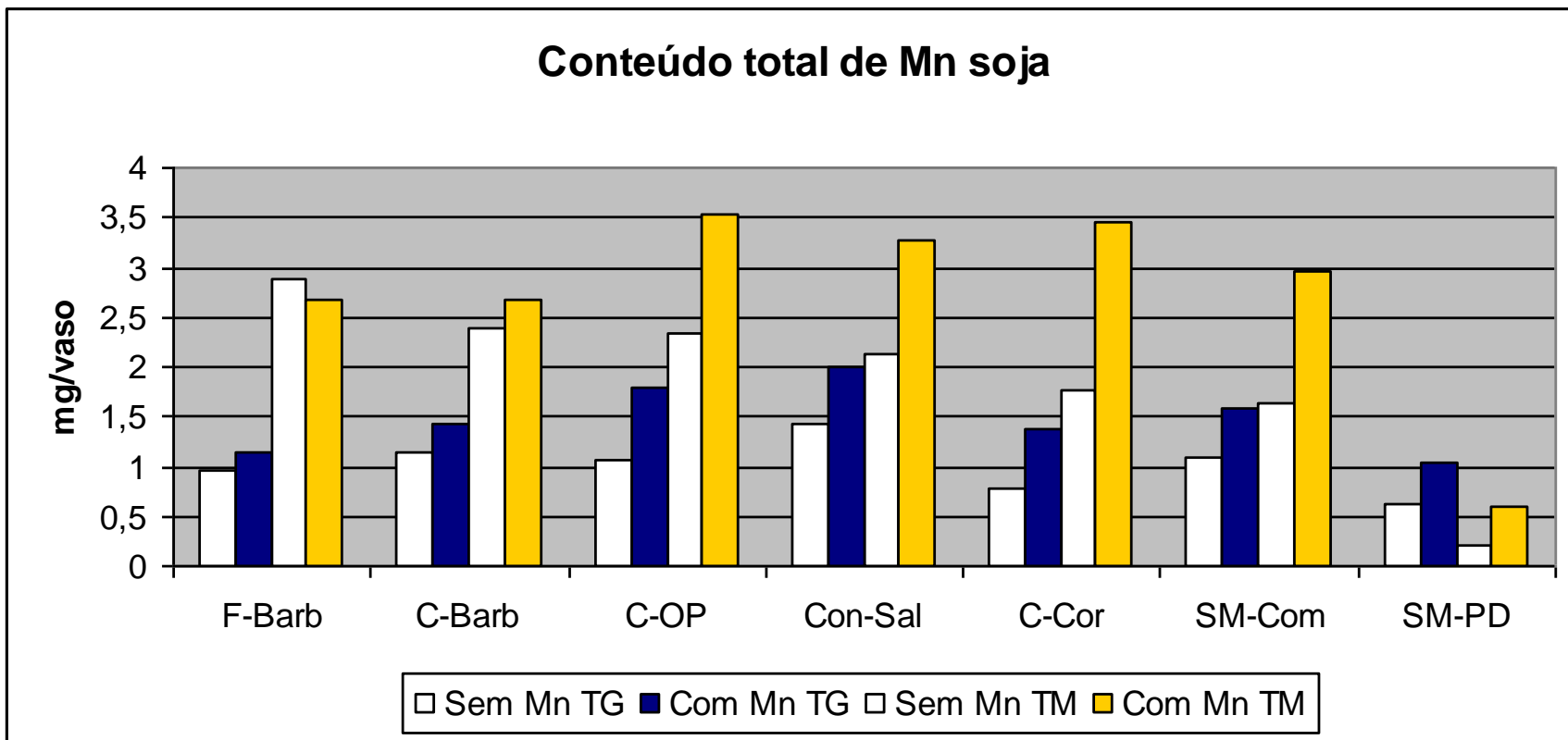


Figura 9. Conteúdo total (PA + raízes) de Mn nas plantas de soja cultivadas nos solos TG e TM em função dos tratamentos sem adição e com adição de Mn.

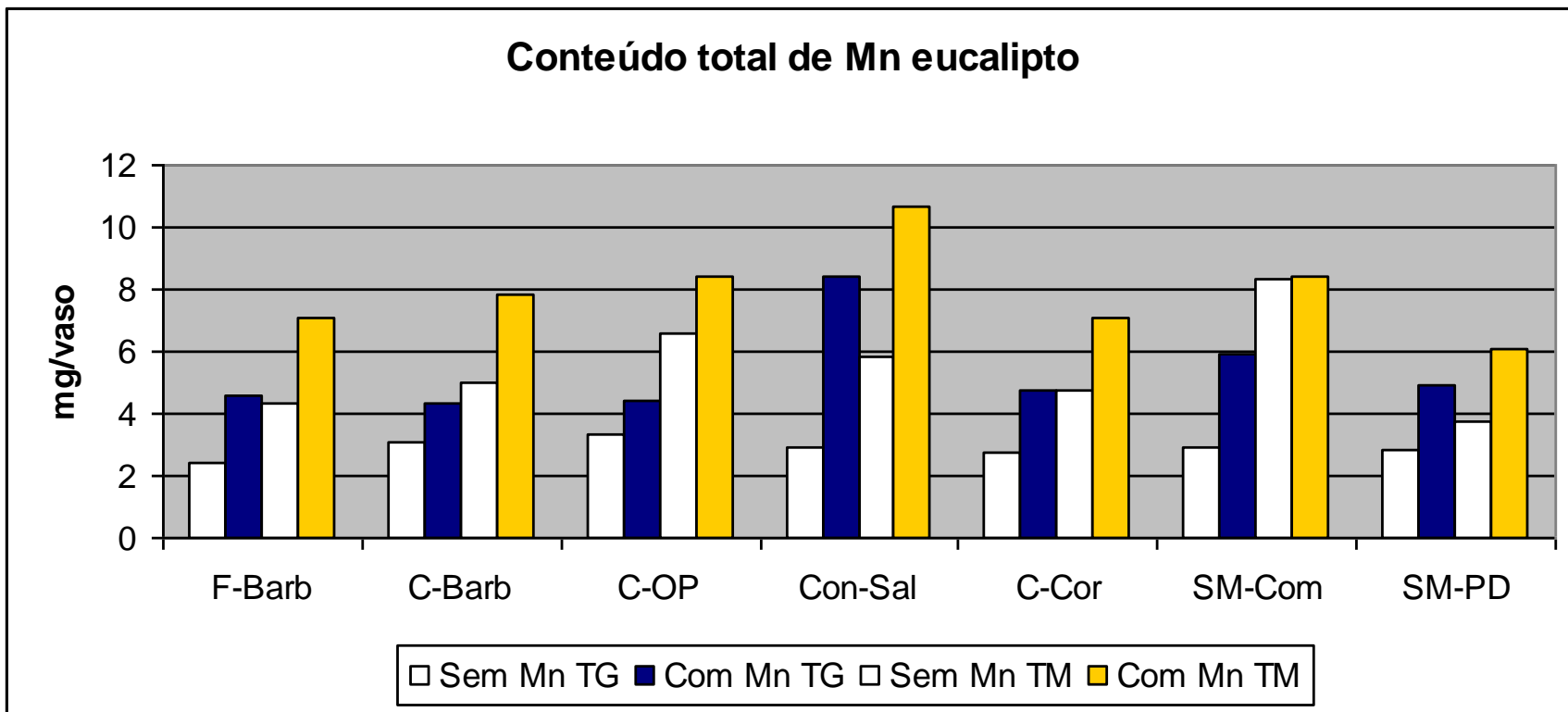


Figura 10. Conteúdo total (PA + raízes) de Mn nas plantas de eucalipto cultivadas nos solos TG e TM em função dos tratamentos sem adição e com adição de Mn.

Conclusões Etapa 2: Absorção de metais pelas plantas de soja e de eucalipto

- As não foi detectados nos materiais vegetais.
- Cd foi detectado apenas nas raízes porém em valores muito baixos e caracterizados como normais.
- Os valores de Ti nas raízes foram relativamente altos porém somente as plantas de eucalipto translocaram o metal para a parte aérea, porém apresentando concentrações na faixa da normalidade.

Etapa 3. Estudos agronômicos em campo: Cultivo de eucalipto com diferentes doses de PD.

O experimento na Bahia (Lagoinhas) foi instalado em um solo é bastante arenoso



O experimento em Minas Gerais foi instalado na região de João Pinheiro. Solo arenoso

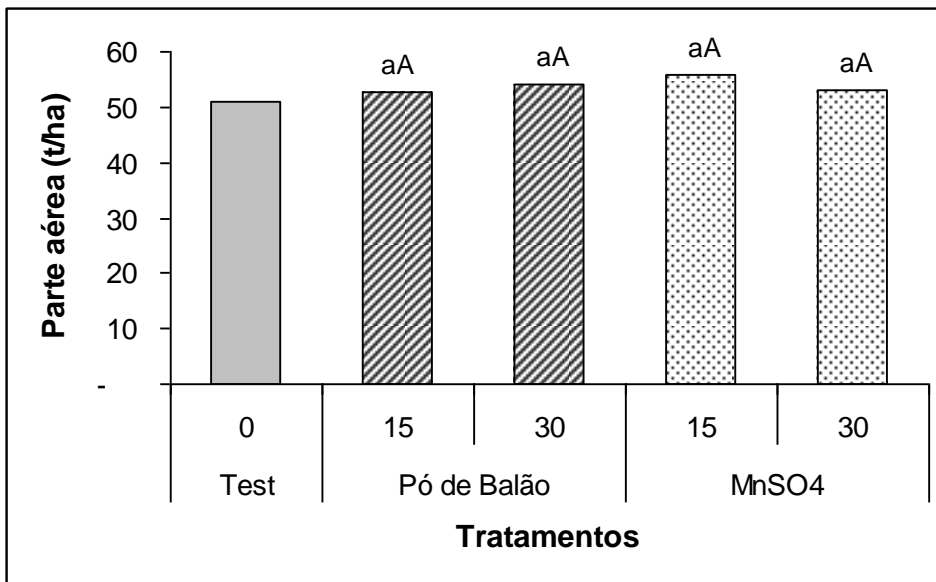


Materiais e métodos

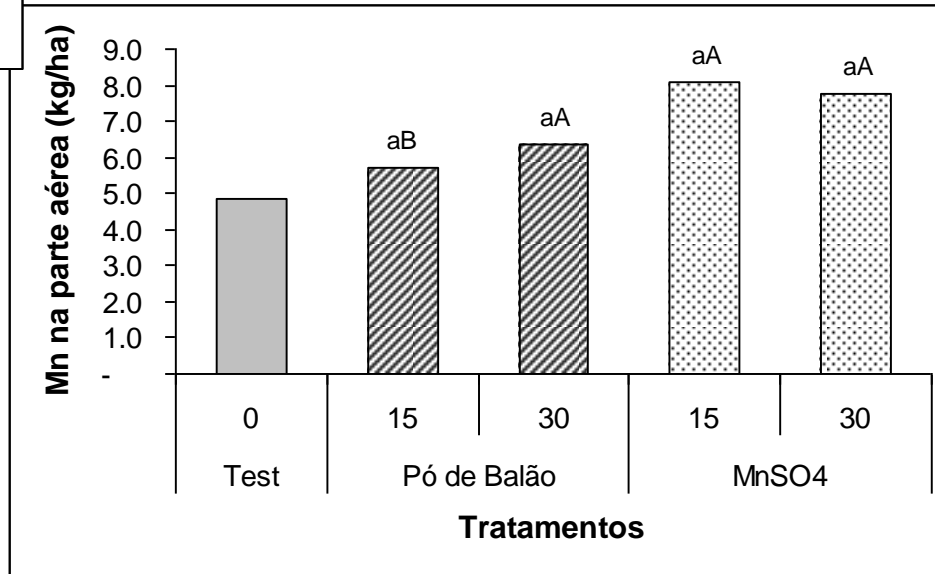
- O pó de despoejamento (PD) utilizado foi o de Ouro Preto;
- Os tratamentos consistiram de doses crescentes do PD e de sulfato de manganês, de modo a fornecer: 0, 5, 10, 15 e 30 kg/ha de Mn.
- Avaliações aos 3, 6, 12 e \approx 24 meses
 - Altura, CAP, teores foliares e disponíveis no solo (Nutrientes e metais)
 - 24 meses + biomassa

Teores totais médios de nutrientes minerais e elementos traços em duas amostras de PD do beneficiamento de manganês, provenientes da Usina de Saramenha, MG.

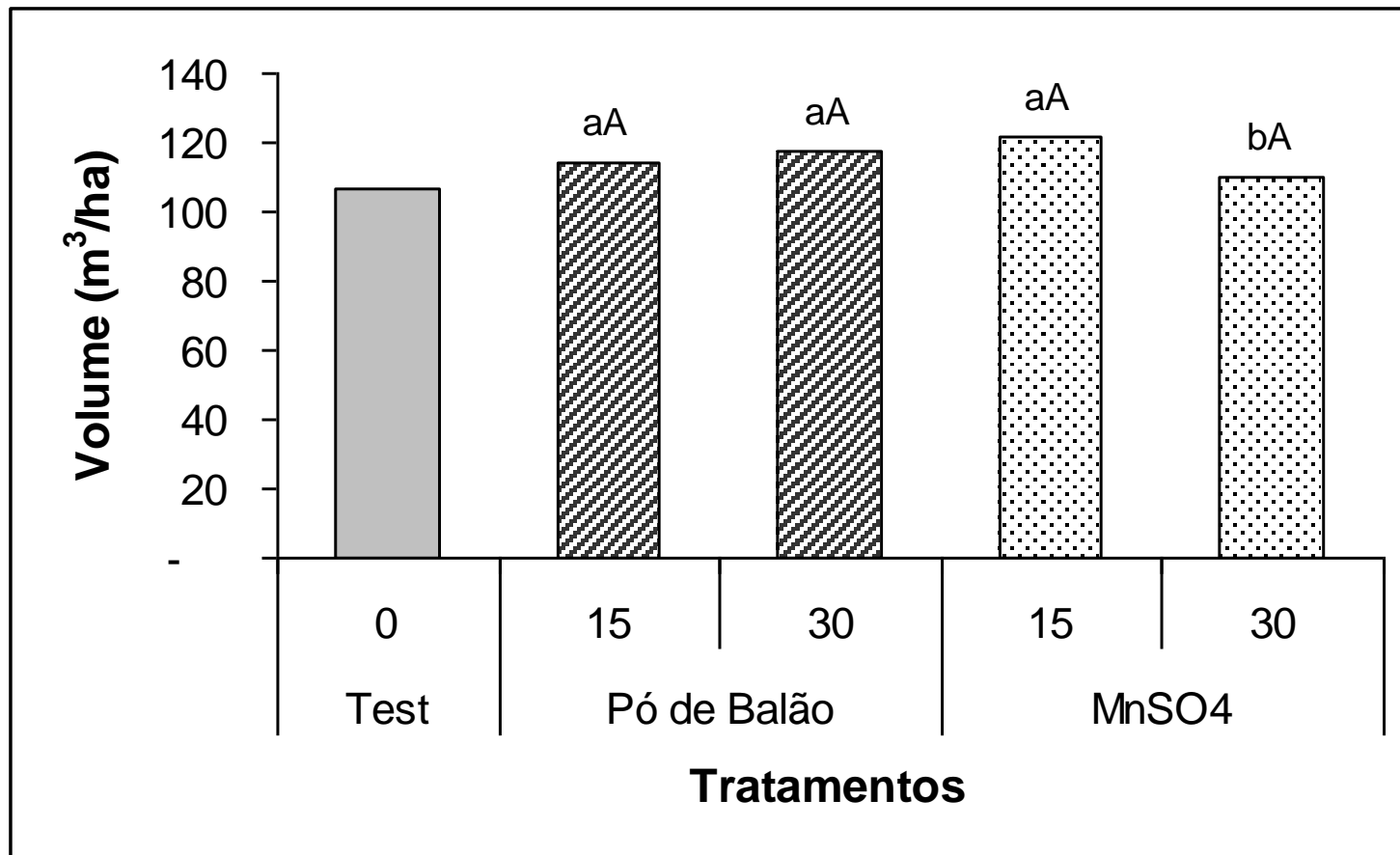
amostra usada no experimento de campo	
	----- g kg ⁻¹ -----
CaO	4,43 ± 0,43
MgO	9,48 ± 0,84
K ₂ O	68,13 ± 7,58
MnO	241,52 ± 3,13
Fe ₂ O ₃	3,90 ± 0,20
Al ₂ O ₃	1,71 ± 0,03
S	41,19 ± 0,38
	-----mg kg ⁻¹ -----
B	91,27 ± 1,18
Ba	207,81 ± 4,57
Cd	435,45 ± 6,68
Co	6,88 ± 0,13
Cr	43,55 ± 0,28
Cu	55,75 ± 1,09
Ni	8,23 ± 0,12
Pb	813,78 ± 15,75
Sr	78,02 ± 5,21
Zn	571,58 ± 10,57



Biomassa da parte aérea em povoamentos de eucalipto em função da aplicação de duas doses de Mn (15 e 30 kg/ha), duas fontes (PD e sulfato de manganês) e a testemunha, em um solo arenoso em João Pinheiro-MG. (24 meses).

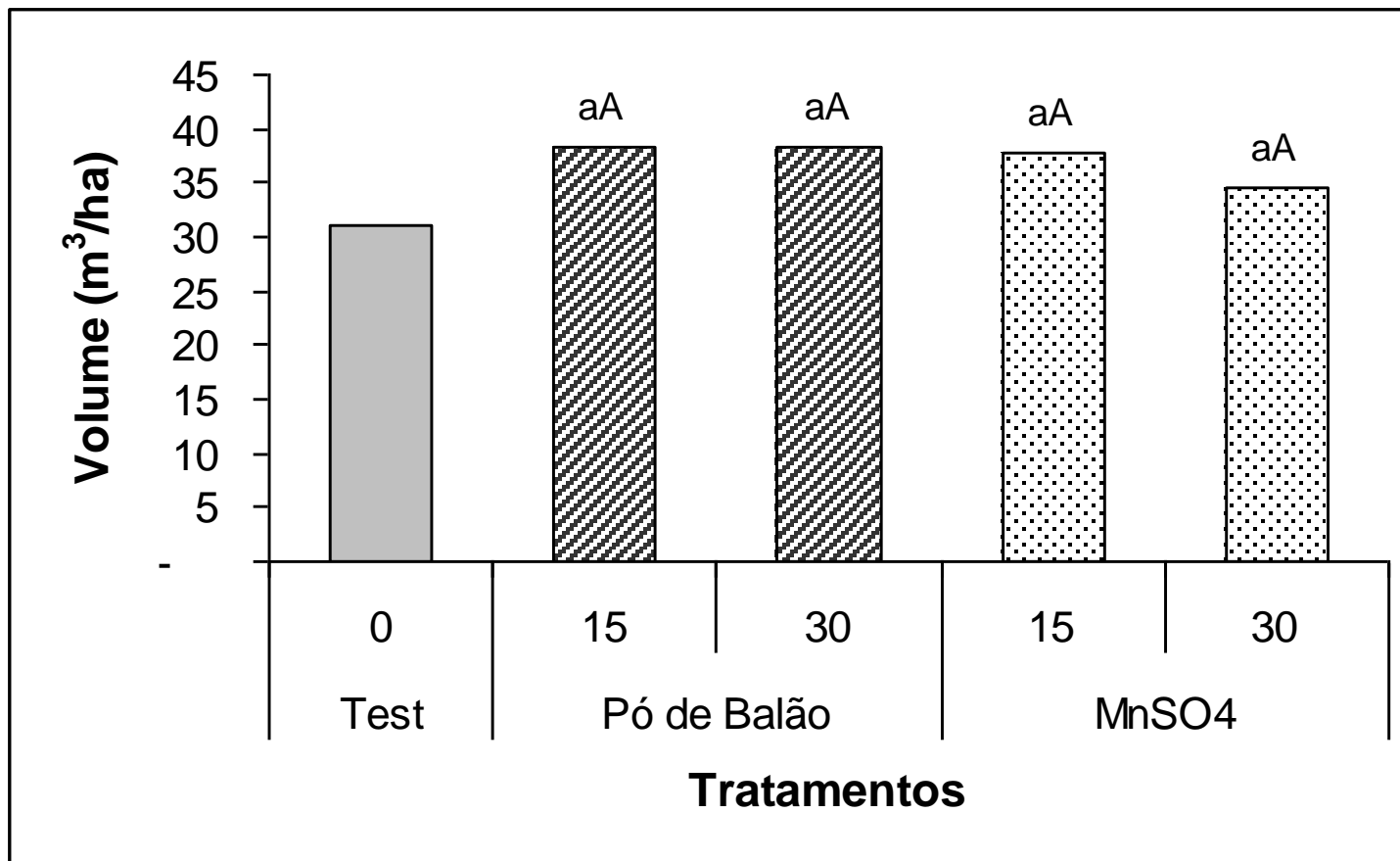


Conteúdo de Mn na parte aérea em povoamentos de eucalipto em função da aplicação de duas doses de Mn (15 e 30 kg/ha), duas fontes (PD e sulfato de manganês) e a testemunha, em um solo arenoso em João Pinheiro-MG. (24 meses).



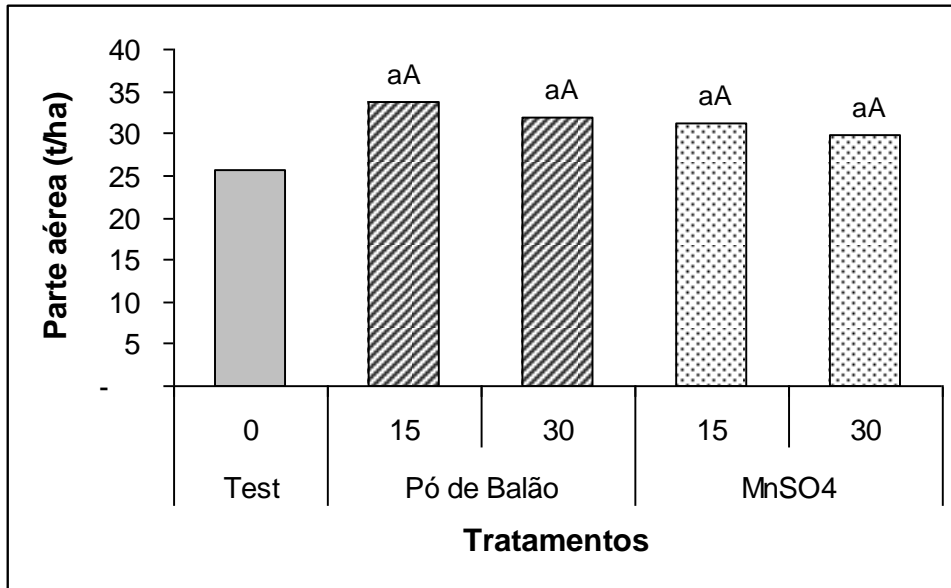
Volume em povoamentos de eucalipto em função da aplicação de duas doses de Mn (15 e 30 kg/ha), duas fontes (PD e sulfato de manganês) e a testemunha, em um solo arenoso em João Pinheiro-MG. (24 meses).

As letras minúsculas comparam as doses dentro de cada fonte e as letras maiúsculas comparam as fontes para a mesma dose de Mn. A variação entre a testemunha e as fontes e doses observa-se no quadro de análise de variância.

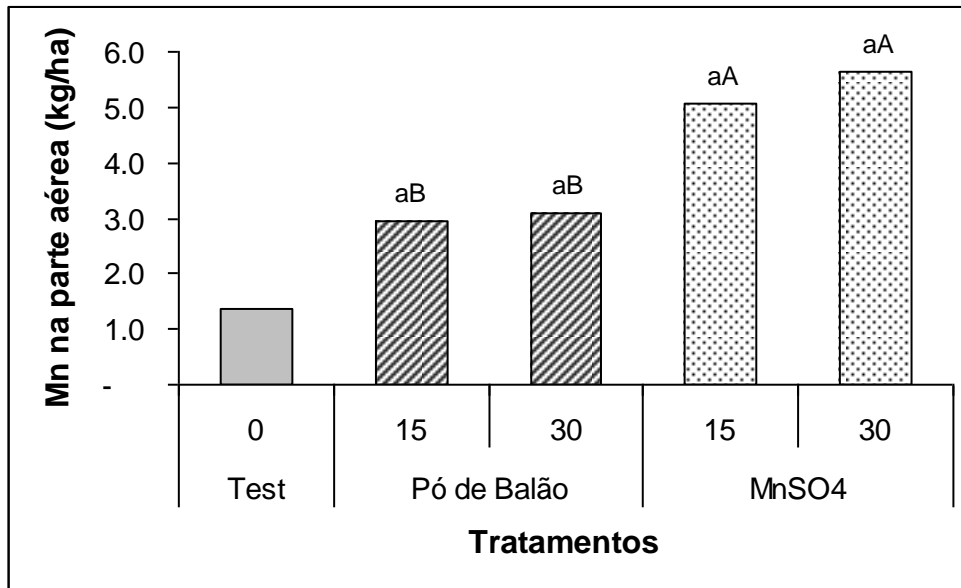


Volume em povoamentos de eucalipto em função da aplicação de duas doses de Mn (15 e 30 kg/ha), duas fontes (Pó de balão e sulfato de manganês) e a testemunha, em um solo arenoso na Região de Alagoinhas - Ba. (18 meses)

As letras minúsculas comparam as doses dentro de cada fonte e as letras maiúsculas comparam as fontes para a mesma dose de Mn.



Biomassa da parte aérea em povoamentos de eucalipto em função da aplicação de duas doses de Mn (15 e 30 kg/ha), duas fontes (PD e sulfato de manganês) e a testemunha, em um solo arenoso na Região de Alagoinhas - Ba. (18 meses)



Conteúdo de Mn na parte aérea em povoamentos de eucalipto em função da aplicação de duas doses de Mn (15 e 30 kg/ha), duas fontes (Pó de balão e sulfato de manganês) e a testemunha, em um solo arenoso na Região de Alagoinhas - Ba. (18 meses)

Teores de potássio no solo e em folhas de eucalipto, em diferentes idades, em resposta à aplicação de doses crescentes de PD em solos arenosos de João Pinheiro, MG, e Alagoinhas, Bahia

Doses (kg/ha)	João Pinheiro		Alagoinhas	
	Solo (mg/dm ³)	Folhas (dag/kg)	Solo (mg/dm ³)	Folhas (dag/kg)
	6 meses		6 meses	
0	9	0,58	7,75	1,007
5	24	0,52	6,00	1,228
10	51	0,63	9,25	1,333
15	85	0,58	7,50	1,322
30	154	0,56	11,25	1,493
	12 meses		12 meses	
0	8,5	0,801	20,0	1,45
5	3,8	0,744	14,0	1,53
10	1,3	0,778	14,7	1,45
15	9,3	0,748	22,0	1,55
30	16,3	0,744	25,7	1,55
	24 meses		18 meses	
0	12	1,042	21,3	0,618
5	12	1,193	20,8	0,595
10	14	1,080	25,0	0,739
15	15	1,110/0,812	26,5	0,610
30	11	1,088/0,590	32,3	0,633

Conclusões

- Os diferentes PDs *in natura* ou processados na forma de fertilizantes mostraram-se como boas fontes de Mn para o cultivo de soja e de eucalipto em condições controladas em casa de vegetação. A eficiência desses materiais pode ser equiparada a de um sal comercial comumente utilizado como fertilizante.
- Entre os PDs utilizados *in natura* os oriundos do ciclone da usina de Ouro Preto e do conversor da usina de Salvador foram aqueles que proporcionaram maiores acúmulos de Mn nas plantas.
- O fertilizante comercial (sulfato de manganês) proporcionou maior disponibilidade de Mn para as plantas de soja e eucalipto que os fertilizantes preparados com PD (sulfato de manganês e óxido manganoso).

Conclusões

- O teor de potássio do PD, da usina de Ouro Preto, é de, aproximadamente, 6%, e o produto deve ser estudado visando seu aproveitamento *in natura* como fonte do nutriente ou ser beneficiado para a extração de potássio.
- O produto é fonte efetiva de manganês para eucalipto, conforme demonstrado por seu teor no solo e nas plantas.
- A produção de eucalipto, à idade de 18 (na Bahia) e 27 meses (em Minas Gerais), foi maior quando recebeu o produto em comparação com a testemunha.
- A presença de alguns elementos traço no pó não representa perigo ao meio ambiente, pois, nas doses utilizadas, os teores no solo ficaram muito abaixo dos limites críticos estabelecidos por lei e a concentração nos tecidos do eucalipto inferior ao que se observou com o uso do sulfato de manganês ou nas árvores da parcela testemunha.