

ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM TRÊS SOLOS TRATADOS COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE MANDIOCA

Ralini Ferreira de Mélo¹; Paulo Afonso Ferreira²; Hugo Alberto Ruiz³; Antônio Teixeira de Matos²; Lindomário Barros de Oliveira⁴

¹*Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, ralini@esalq.usp.br*

²*Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG,*

³*Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG,*

⁴*Ministério da Agricultura- Esplanada dos Ministérios, Brasília, DF*

1 RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da aplicação de manupueira nas propriedades físicas e químicas em amostras de Neossolo Quartzarênico órtico espódico (RQo), Latossolo Amarelo distrófico típico (LAd) e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd) do Estado de Minas Gerais. O ensaio foi realizado em laboratório. Para tanto, incubaram-se por 21 dias amostras de 1 kg de solo. Os tratamentos constituíram-se de cinco doses: 0, 85, 170, 340 e 510 m³ ha⁻¹ de manupueira. A dose inicial (85 m³ ha⁻¹) foi calculada de forma a acrescentar 50 kg ha⁻¹ de potássio, quantidade próxima daquela indicada para a cultura de milho em solo de fertilidade média. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 5, sendo três solos e cinco taxas de aplicação de água residuária. Os materiais de solos foram colocados para secar ao ar, passados em peneira de 2 mm e, posteriormente, analisados. No ensaio, observou-se um aumento linear no Na⁺ e Mg²⁺ trocáveis e pH para os solos RQo, LAd e LVAd, no Ca²⁺ trocável para RQo e LVAd, no P disponível dos solos RQo e LVAd; houve diminuição no Al³⁺ trocável do solo LVAd e aumento na condutividade elétrica dos solos LAd e LVAd. Ao ajustar o modelo exponencial, observou-se também um aumento no K⁺ dos solos RQo e LAd e, no fósforo do solo LAd. Observou-se aumento no K⁺ para o solo LVAd e um decréscimo no Al³⁺ para o solo RQo com ajuste do modelo quadrático. Houve aumento na condutividade elétrica para o solo RQo e diminuição no Al³⁺ trocável com ajuste do modelo hiperbólico 2. Não houve ajustes de modelos para o Ca²⁺ para o solo LAd e também para o grau de flocculação e equivalente de umidade para os três solos.

UNITERMOS: fertirrigação

MÉLO, R. F. de.; FERREIRA, P. A.; RUIZ, H. A.; MATOS, A. T. de.; OLIVEIRA, L. B. de.;
PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THREE SOILS TREATED WITH
CASSAVA WASTEWATER

2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of the cassava wastewater application on the physical and chemical properties in samples of the following soils: Spodic Orthic Quartzarenic Neosol (RQo), Typic Dystrophic Yellow Latosol (LAd), and Typic Dystrophic Yellowish Red Latosol (LVAd), in Minas Gerais State, Brazil. One assay was carried out under laboratory conditions. The treatments consisted of five doses of cassava wastewater: 0, 85, 170, 340 and 510 m³ ha⁻¹. The initial dose (85 m³ ha⁻¹) was calculated in such a way to increase 50 kg ha⁻¹ potassium, and that is an amount close to the one that is indicated for maize cropping in a medium-fertility soil. The treatments were arranged on an entirely randomized design with three replications, in a factorial scheme of 3 x 5, in which three was the soils and five, the application rates of the cassava wastewater. In the experiment, soil materials

were air-dried, passed through a 2mm sieve, then analyzed. A linear increase was observed in the exchangeable Na^+ , Mg^{2+} and pH of RQo, LAd and LVAd soils, exchangeable Ca^{2+} of RQo and LVAd soils, available phosphorus of RQo and LVAd soils, as well as a decrease in the exchangeable Al^{3+} of the LVAd soil and an increase in CE of LAd and LVAd soils. With exponential adjustment, it was also observed that the K^+ of RQo and LAd soils in the available phosphorus of the LAd soil increased. There was also an increase of K^+ of LVAd soil and decrease in the exchangeable Al^{3+} of the RQo soil with adjustment of the quadratic model. CE of the soil RQo increased and exchangeable Al^{3+} decreased with adjustment of the hiperbolic 2 model. There was not adjustment of models for Ca^{2+} of the LAd soil neither for the flocculation index and equivalent humidity in the three soils.

KEYWORDS: fertigation.

3 INTRODUÇÃO

A disposição no ambiente de resíduos gerados em atividades agroindustriais tem resultado em diversos problemas, como poluição de rios e do lençol freático, mortandade de peixes, abortos em vacas e gastrites em humanos. Tais problemas, juntamente com a conscientização da população em relação à importância da prevenção da poluição ambiental, levaram as autoridades a elaborar medidas efetivas para minimizá-la, medidas estas que incluem o tratamento desses resíduos e, ou, sua utilização como fertilizantes.

Alguns desses resíduos agroindustriais, tais como os dos laticínios, usinas de açúcar e álcool, feculares e casas de farinha, apesar do seu alto potencial poluente, podem ser utilizados como fertilizantes, pois apresentam grandes quantidades de nutrientes (MÉLO, 2004).

A manipueira é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento da mandioca. Quando da fabricação da farinha de mesa e de fécula se faz necessária a retirada da água de constituição das raízes, operação realizada por compressão. Essa extração é realizada com a finalidade de economizar combustível na secagem (NORMANHA, 1982; PONTE, 1999). Esse processo gera, em média, 300 L de água residuária por tonelada de raízes processadas para produção de farinha (FIORETTO et al., 1997) e mais de 600 L na produção de fécula (CEREDA, 1990 citada por LEONEL & CEREDA, 1996).

Este efluente, de coloração amarelada, tem alto poder corrosivo devido ao fato de seu pH está geralmente abaixo de 4,0, sendo altamente poluidor, por apresentar elevadas demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO e DQO). A matéria orgânica finamente particulada presente na manipueira, pode ser facilmente biodegradada no solo liberando apreciáveis quantidades de nutrientes, tornando-se um bom fertilizante denominado de “organo-mineral líquido” (KIEHL, 1985).

As alternativas de valorização do aproveitamento de resíduos em diversas atividades têm sido muito incentivadas, contribuindo para a redução da poluição e, muitas vezes, agregando valor aos produtos destas atividades. A experiência relatada por agricultores e pesquisadores mostra que os resíduos de mandioca, em especial a manipueira, podem apresentar efeitos herbicida, nematicida e inseticida (CEREDA, 1994; FIORETTO, 1994; PONTE, 1999; SILVA et al., 2003).

Um trabalho pioneiro foi executado por Ponte et al. (1979), que evidenciaram o potencial da manipueira no controle de nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.) em plantas de quiabo (*Hibiscus esculentus* L.). Sena & Ponte (1982) repetiram o experimento com a cultura da cenoura (*Daucus carota* L.) em canteiros, verificando ser a manipueira eficiente nematicida, obtendo produção de cenoura 100% superior à obtida nos canteiros não tratados. Freire (2001) utilizou a manipueira no controle do oídio da seriguelreira e verificou que pulverizações quinzenais foram suficientes para o controle do fungo.

Ponte & Franco (1983 citados por Cereda 1994) estudaram o efeito da manipueira sobre a população de rizóbio (*Rhizobium* spp.) e constataram um decréscimo populacional inversamente proporcional à quantidade de manipueira aplicada ao solo. Franco & Ponte (1988) estudaram doses e interferência da manipueira na fertilidade do solo, vindo a constatar que, fundamentalmente, esse

resíduo propiciou melhoria na fertilidade do solo, conseqüente do aumento da disponibilidade de potássio.

Fioretto (1994) estudando a viabilidade da aplicação da manipueira na cultura da mandioca e sua influência na fertilidade do solo além do efeito herbicida em plantas invasoras, obteve como resultados um aumento no teor de matéria orgânica e elevação da disponibilidade de fósforo e potássio no solo quando aplicadas 80 e 160 m³ ha⁻¹ de manipueira, com uma redução entre 40 e 80% das plantas invasoras testadas.

A agricultura moderna exige o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios racionais, que permitam conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente e com a elevação constante da produtividade das culturas (RAIJ, 1991). Quando esses insumos são aplicados acima da capacidade suporte do solo, podem liberar íons e compostos tóxicos ou não, que poderão poluir o solo e águas subterrâneas. Os íons disponibilizados na solução do solo podem ser adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo (COSTA et al., 1999).

Os aspectos abordados justificam a necessidade de mais pesquisas sobre o uso e manejo da manipueira como fertilizante, para que as aplicações sejam feitas de acordo com recomendações técnicas, levando-se em conta sua constituição, as características do solo e da cultura, com uma visão global das implicações no ecossistema.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as alterações das características químicas e físicas do solo em resposta à incubação com manipueira, após aplicação de doses crescentes deste resíduo, utilizando amostras de diferentes solos coletados no Estado de Minas Gerais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de água residuária por ocasião do processamento de mandioca para fabricação de polvilho, no mês de abril de 2003, em uma agroindústria no município de Consolação, sul de Minas Gerais. A manipueira foi caracterizada no Laboratório de Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, onde foram determinados os sólidos sedimentáveis, utilizando cone de Imhoff, os sólidos totais, após secagem em estufa a 110°C, os sólidos fixos totais, por combustão em mufla a 550°C e os sólidos voláteis totais, por diferença entre os totais e os fixos.

Tabela 1 – Caracterização da água residuária de indústria de fecularia

Características	Valores
Sólidos sedimentáveis (mL L ⁻¹)	50
Sólidos totais (g L ⁻¹)	11,9
Sólidos fixos totais (g L ⁻¹)	1,0
Sólidos voláteis totais (g L ⁻¹)	10,9
Sólidos suspensos totais (g L ⁻¹)	2,6
Sólidos dissolvidos totais (g L ⁻¹)	9,3
pH	3,7
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	2,1
Demanda bioquímica de oxigênio (mg L ⁻¹)	8.844
Demanda química de oxigênio (mg L ⁻¹)	16.020
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	229
N amoniacal (mg L ⁻¹)	5
Potássio (mg L ⁻¹)	583
Sódio (mg L ⁻¹)	292
Cálcio (mg L ⁻¹)	39
Magnésio (mg L ⁻¹)	66
Fósforo (mg L ⁻¹)	311
Cianeto (mg L ⁻¹)	0,80

A determinação da concentração de sólidos em suspensão foi obtida após a filtração da amostra em filtro de acetato de celulose de 0,45 μm . A concentração de sólidos dissolvidos totais foi determinada por diferença em relação aos sólidos totais. Adicionalmente foram determinados: pH, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (pelo método de Winkler), demanda química de oxigênio (pelo método do refluxo aberto), nitrogênio total e o fósforo (por colorimetria), N amoniacal e cianeto por titulometria (APHA, 1995); o potássio e o sódio por fotometria de emissão de chama e o cálcio e o magnésio por espectrofotometria de absorção atômica (RUMP & KRIST, 1992) (Tabela 1).

No ensaio, foram utilizados três solos de Minas Gerais coletados da camada de 0 até 20 cm de profundidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Classificação e localização dos solos no Estado de Minas Gerais

Classificação	Localidade	Coordenadas geográficas
Neossolo Quartzarênico órtico espódico A moderado (RQo)	Itutinga	21°18'19''S 44°36'46''W
Latossolo Amarelo distrófico típico textura média A moderado (LAd)	Rosário	21°17'05''S 44°50'18''W
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura muito argilosa A moderado álico mesoférrico (LVAd)	Viçosa	20°45'76''S 42°52'49''W

Os materiais foram secos ao ar e passados em peneira de malha de 2 mm e, posteriormente, foram caracterizados física e quimicamente nos Laboratórios de Água e Solo do Departamento de Engenharia Agrícola e Física do Solo do Departamento de Solos da UFV. A caracterização física incluiu: análise granulométrica; densidade do solo pelo método da proveta; densidade das partículas pelo método do balão volumétrico; porosidade total; macro e microporosidade; condutividade hidráulica em meio saturado, utilizando permeâmetro de carga constante e retenção de água a -10 e -1.500 kPa (EMBRAPA, 1997) (Tabela 3).

Tabela 3 – Caracterização física e química dos solos utilizados

Característica	RQo	LAd	LVAd
Areia grossa (g kg^{-1})	660	350	190
Areia fina (g kg^{-1})	250	390	70
Silte (g kg^{-1})	20	90	40
Argila (g kg^{-1})	70	170	70
Densidade do solo (kg dm^{-3})	1,47	1,26	1,03
Densidade das partículas (kg dm^{-3})	2,57	2,53	2,52
Porosidade total ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$)	0,43	0,50	0,60
Macroporosidade ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$)	0,22	0,16	0,20
Microporosidade ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$)	0,21	0,34	0,40
Condutividade hidráulica (cm h^{-1})	68,1	7,2	37,8
Retenção de água (kg kg^{-1})			
-10 kPa	0,06	0,17	0,32
-1.500 kPa	0,02	0,08	0,18
pH em água (1:2,5)	5,07	5,37	4,84
Potássio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,48	0,87	0,68
Sódio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,34	0,79	0,87
Cálcio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	3,88	9,60	6,50
Magnésio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,95	2,62	2,33
Alumínio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	42,18	28,57	30,10
H + Al ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	18,99	22,78	108,93
Fósforo (mg dm^{-3})	4,62	1,67	2,43
Carbono orgânico (g kg^{-1})	7,4	6,3	13,1

As análises químicas incluíram as determinações de: pH em água; K^+ e Na^+ trocáveis por fotometria de emissão de chama após extração com extrator Mehlich-1; Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis por espectrofotometria de absorção atômica após extração com solução de cloreto de potássio 1 mol L^{-1} ; Al^{3+} trocável por titulação após extração com solução de KCl 1 mol L^{-1} ; H + Al por titulação após extração com solução de acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$; fósforo disponível por colorimetria após extração com extrator Mehlich-1 e C orgânico pelo método de Walkley-Black modificado (EMBRAPA, 1999) (Tabela 3).

Para determinar as alterações químicas e físicas nos materiais dos três solos ocasionadas pela aplicação da água residuária, foi efetuado um ensaio em que amostras de 1 kg de solo foram incubadas com cinco taxas de aplicação de manipueira, em vasos com capacidade de 1,5 kg.

Considerando que o potássio é o nutriente de maior concentração na manipueira, a dose inicial foi calculada de forma a acrescentar 50 kg ha^{-1} de K^+ quantidade próxima daquela indicada para a cultura de milho em solo de fertilidade média (VIEIRA & RAMOS, 1999). As doses subseqüentes corresponderam a duas, quatro e seis vezes esse valor. Os tratamentos, que incluíram a testemunha sem aplicação da manipueira, receberam acréscimo de água em quantidade suficiente para igualar o volume da suspensão (Tabela 4).

Os tratamentos foram dispostos num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3×5 , sendo três solos e cinco taxas de aplicação de água residuária. O volume de manipueira incorporado a cada unidade experimental foi de 0, 85, 170, 340 e $510 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. As unidades experimentais foram cobertas com plástico, para evitar a evaporação de água. Após 21 dias de incubação, os solos foram colocados para secar ao ar e passados novamente por peneira de malha de 2 mm. Nesses materiais determinou-se os teores de K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} trocáveis, o fósforo disponível e o pH, utilizando-se os métodos descritos anteriormente. Determinou-se também, a condutividade elétrica do extrato 1:5 (RHOADES, 1982), o equivalente de umidade e a argila dispersa em água, calculando-se o grau de floculação (RUIZ, 2003).

Tabela 4 – Volumes de manipueira e de água utilizados no preparo das soluções de trabalho equivalentes às diferentes doses de potássio aplicadas

Dose de Potássio ¹	Manipueira	Água
kg ha^{-1}	$\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$	
0	0	510
50	85	425
100	170	340
200	340	170
300	510	0

¹ Fonte: Vieira e Ramos, 1999.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A manipueira utilizada no ensaio de incubação contém cátions mono e bivalentes, verificando-se concentrações, em ordem decrescente, na seqüência $K > Na > Mg > Ca$ (Tabela 1). As doses aplicadas, que tomaram como referência o K, de forma a acrescentar 50, 100, 200 e 300 kg ha^{-1} deste elemento, levaram, em geral, a incrementos na disponibilidade dos quatro cátions (Figura 1). Diferenças nas respostas podem ser atribuídas às características químicas e texturais dos três solos em estudo.

Na comparação do LAd com o LVAd, pode-se inferir, também, que o primeiro é mais caulínico e o segundo mais oxídico, como sugerido pela diferença na condutividade hidráulica em meio saturado (Tabela 3), já que os materiais mais oxídicos tendem a apresentar estrutura microgranular que favorece a movimentação de água. Essa diferença mineralógica é também, claramente mostrada pela resposta na disponibilidade de fósforo às doses crescentes de manipueira (Figura 2). O solo LVAd, mais

argiloso e oxídico, apresenta teor de P disponível sensivelmente inferior aos dois restantes, indicando sua maior capacidade tampão, estimada pelo valor inverso da declividade da reta ajustada para os dados experimentais. No outro extremo, o RQo, com o maior teor de areia entre os três materiais estudados, é o que exibe a maior disponibilidade do elemento e, conseqüentemente, a menor capacidade tampão.

Observou-se elevação do pH do solo em resposta à incorporação e incubação com a manipueira (Figura 2). Se a manipueira apresentou pH de 3,7 (Tabela 1) e os solos valores iniciais oscilando entre 4,84 e 5,37 (Tabela 3), os valores determinados na finalização do ensaio, sempre superiores aos originais, somente seriam atingidos como conseqüência da mineralização da matéria orgânica e da liberação dos cátions dos metais alcalinos e alcalino-terrosos associados aos ácidos orgânicos.

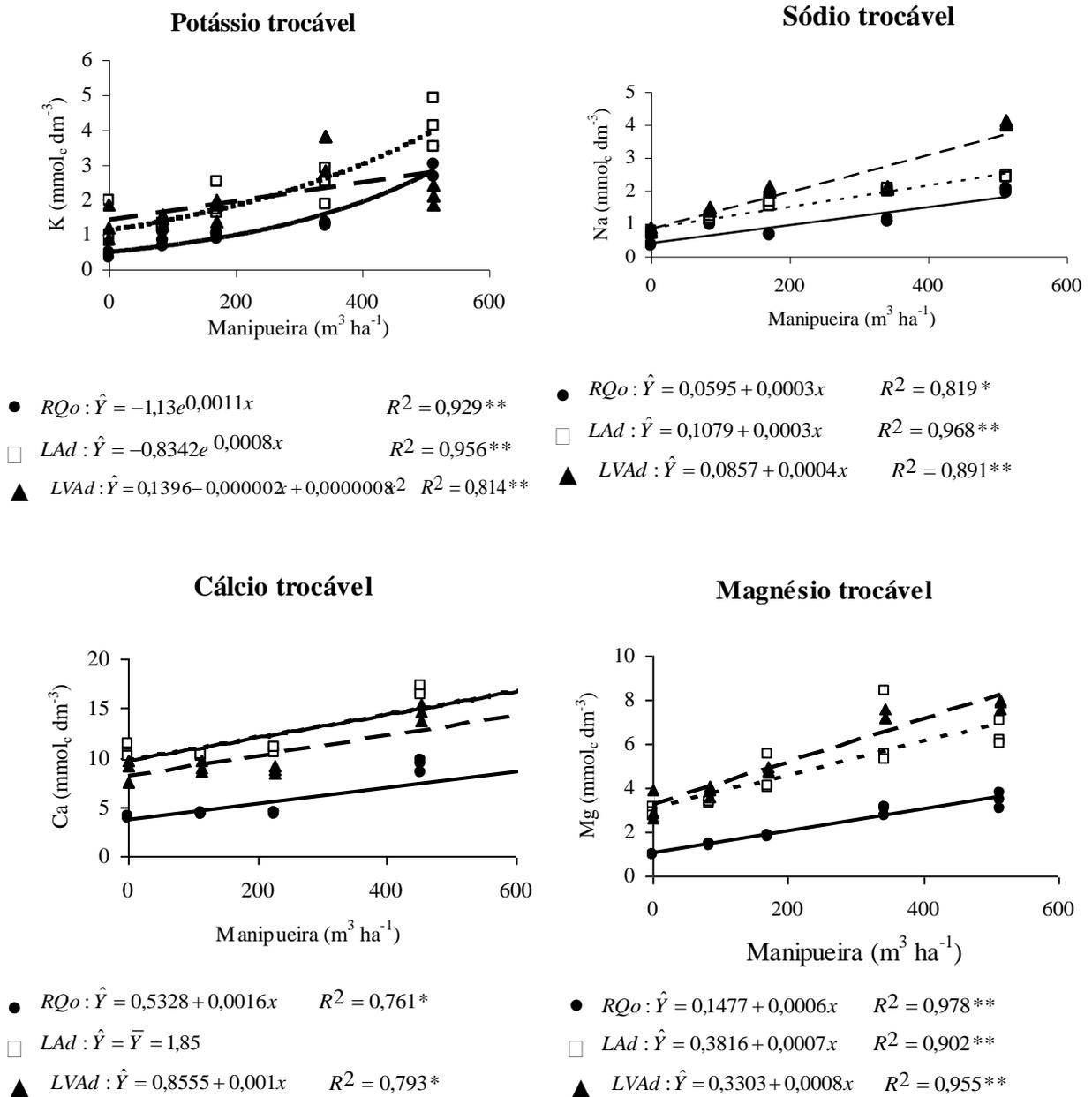


Figura 1 – Teores de potássio, sódio, cálcio e magnésio trocáveis, em um Neossolo Quartzarênico órtico (RQo), em um Latossolo Amarelo distrófico (LAd) e em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd) em função das doses de manipueira.

A elevação do pH leva, também, à precipitação do alumínio trocável, como hidróxido de alumínio, como mostrado pelas curvas correspondentes na Figura 2.

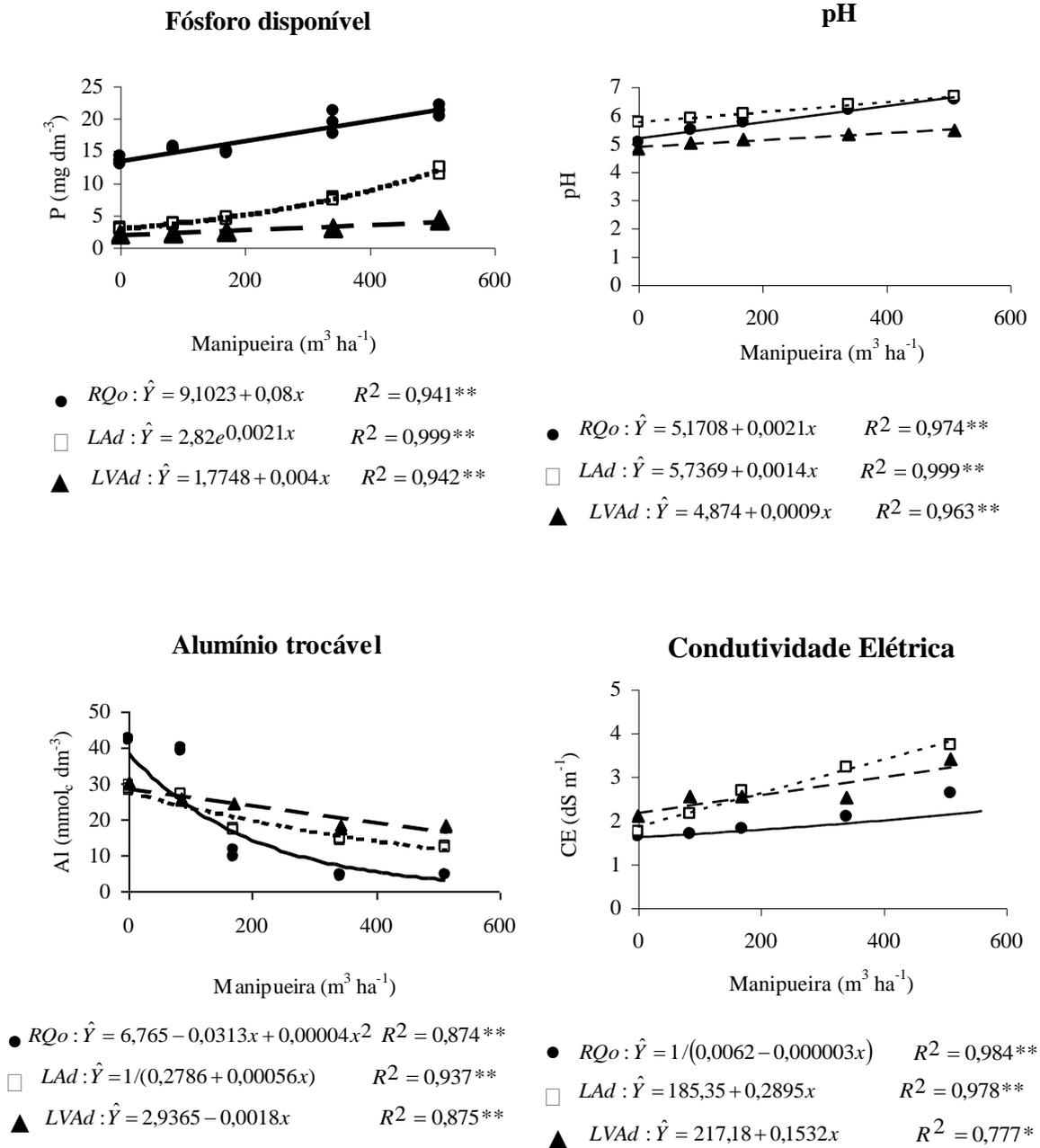


Figura 2 – Teores de fósforo disponível, pH, alumínio trocável e condutividade elétrica em um Neossolo Quartzarênico órtico (RQo), em um Latossolo Amarelo distrófico (LAd) e em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd) em função das doses de manipueira.

Resultados semelhantes, decorrentes da aplicação de água residuária, são citados por Mazza (1985), Andrioli (1986) e Cardoso (1988), quando adicionaram vinhaça aos solos. Garcia (2003), que trabalhou com água residuária da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro conilon, observou

comportamento semelhante, quando aplicou esta água em Neossolo Flúvico Eutrófico, Argissolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Amarelo.

A incubação com manipueira aumentou a condutividade elétrica (Figura 2). Essa constatação e os valores determinados sugerem cuidados especiais na incorporação desse resíduo, visando evitar riscos de salinização do solo. Considerando que as determinações foram realizadas no extrato 1:5 verifica-se que, quando relacionados ao extrato da pasta de saturação, esses valores poderiam incrementar-se em aproximadamente dez vezes (RICHARDS, 1954).

O grau de floculação não foi alterado após os tratamentos (Figura 3). Essa resposta indica que a argila dispersa em água manteve-se em teores semelhantes.

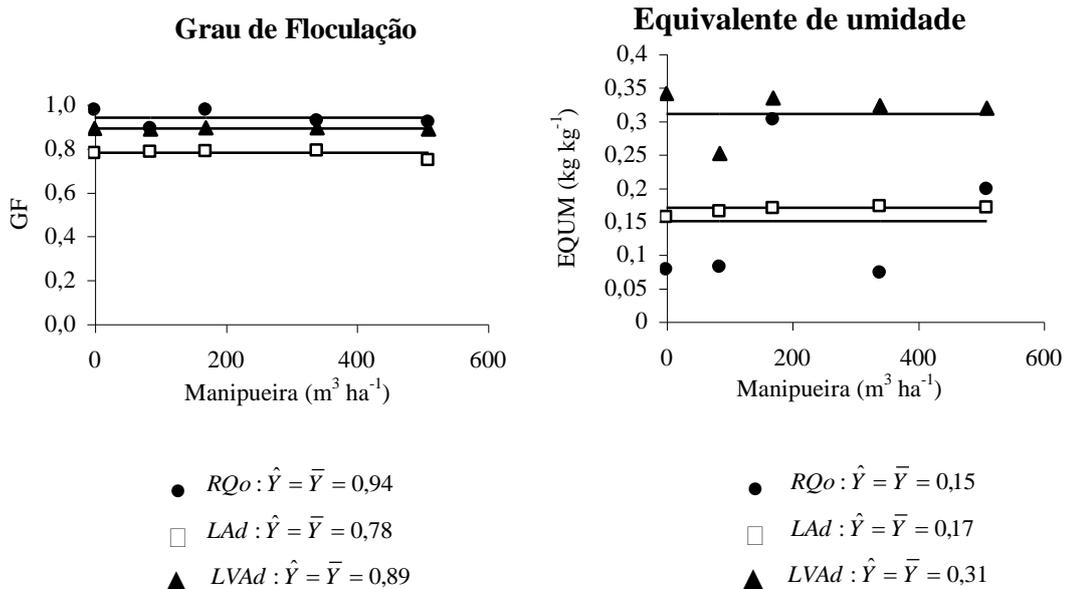


Figura 3 – Grau de floculação (GF) e equivalente de umidade (EQUM), em um Neossolo Quartzarênico órtico (RQo), em um Latossolo Amarelo distrófico (LAd) e em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd) em função das doses de manipueira.

Na aplicação dos tratamentos verificam-se dois efeitos contrastantes, aparentemente equilibrados: o favorecimento à dispersão provocado pela diminuição do alumínio e o incremento do sódio trocáveis e a tendência à floculação em resposta ao incremento de cálcio, magnésio e potássio trocáveis e ao aumento da pressão osmótica pelos íons em solução, como evidenciado pelos valores de condutividade elétrica (Figura 2).

Tampouco o equivalente de umidade mostrou diferenças em resposta aos tratamentos (Figura 3). Isso mostra que os resíduos em suspensão não foram incorporados em quantidades suficientes para evidenciar modificações na superfície específica das amostras, considerando que o equivalente de umidade determina o teor de água em equilíbrio, após centrifugação a 1000 g, por trinta minutos.

6 CONCLUSÕES

O potássio trocável aumentou exponencialmente com as doses crescentes de manipueira aplicadas aos solos RQo e LAd, com aumento e ajuste do modelo quadrático para o solo LVAd.

O sódio e magnésio trocáveis aumentaram linearmente com as doses crescentes de manipueira aplicadas aos três solos.

O cálcio trocável aumentou linearmente com as doses crescentes de manipueira aplicadas aos solos RQo e LVAd, não houve efeito para o solo LAd.

O fósforo disponível aumentou linearmente com as doses crescentes de manipueira aplicadas aos solos RQo e LVAd, com aumento exponencial para o solo LAd.

O alumínio trocável aumentou linearmente com as doses crescentes de manipueira aplicadas ao solo LVAd

A condutividade elétrica aumentou linearmente com as doses crescentes de manipueira aplicadas aos solos LAd e LVAd, com aumento e ajuste do modelo hiperbólico 2 para o solo RQo.

Para o grau de floculação e o equivalente de umidade, não houve efeito para os três solos com as doses crescentes de manipueira.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, 1995. 874 p.

ANDRIOLI, I. **Efeitos da vinhaça em algumas propriedades químicas e físicas de um latossolo vermelho escuro textura média**. 1986. 85 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

CARDOSO, A. N. **Influência da aplicação de vinhaça em propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho escuro Álico, fase cerrado**. 1988. 73 p. Dissertação (mestrado. em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

CEREDA, M. P. **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. 174 p.

COSTA, S. et al. Mobilidade de nitrato em coluna de solo sob condições de escoamento não permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p 190-194, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: EMBRAPA, 1997. 212p.

FIORETTO, R. A., SANTOS, J. R; BICUDO, S. J. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 16, n. 2, p. 149-156, dez. 1997.

FIORETTO, R. A. Uso da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P. (Ed.). **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. p. 51-80.

FRANCO, A; PONTE, J. J. Subsídios à utilização da manipueira como nematicida: dosagem e interferência na fertilidade do solo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 12, p. 35-45, 1988.

FREIRE, F. C. O. Uso da manipueira no controle do oídio da serigueleira: resultados e preliminares. Comunicado Técnico do Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical - EMBRAPA-CNPAT, Fortaleza, n. 70, 2001.

GARCIA, G. O. **Alterações químicas, físicas e mobilidade de íons no solo decorrentes da aplicação de água residuária da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro conilon**. 2003. 100 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: CERES, 1985. 492 p.

LEONEL, M; CEREDA, M.P. Variabilidade de uso da manipueira como substrato de processo biológico. I: Caracterização do substrato armazenado a temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas, v. 15, n. 1/2, p. 7-14, nov. 1996.

MAZZA, J. A. **Variações em algumas propriedades de solos com cana-de-açúcar (*saccharum* spp.) tratados com doses maciças de vinhaça**. 1985. 104 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) .- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

MÉLO, R. F. **Avaliação das alterações físicas e químicas, distribuição e mobilidade dos íons em três solos tratados com manipueira**. 2004. 59 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2004.

NORMANHA, E. S. **Derivados da mandioca: terminologia e conceitos**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 56 p.

PONTE, J. J.; TORRES, J.; FRANCO, A. Investigações sobre uma possível ação nematicida da manipueira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, p. 431-434, 1979.

PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. Fortaleza: Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1999. 53 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RHOADES, I. D. Soluble Salts. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H. KEENEY, D. R. **Methods of soil analysis: part 2. chemical and microbiological properties**. 2. ed. Madison : American Society of Agronomy, Soil Science Society of American, 1982. cap. 10. p. 167-179.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: Departament of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60)

RUIZ, H. A. **Métodos de análises físicas do solo**. Viçosa: UFV, 2003. 22 p. Apostila.

RUMP, H. H; KRIST, H. **Laboratory manual for the examination of water, wastewater, and soil**. Weinheim: VCH, 1992. 190 p.

SENA, E. E; PONTE, J. J. **A manipueira no controle da meloidoginose da cenoura**. Piracicaba : Publicação da Sociedade Brasileira de Nematologia, v. 6. p. 95-98. 1982.

SILVA, F. F. et al. Variação da carga orgânica do efluente de fecularia de mandioca. **Acta Scientiarum: Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 161-165, 2003.

VIEIRA, R. F.; RAMOS, M. M. Fertirrigação. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1999. 359 p.