

# Alterações nas propriedades físicas e microbiológicas do solo sob adição contínua de composto de lixo urbano<sup>1</sup>

Alexandre Diehl Krob<sup>2</sup>, Sílvio Paulo Moraes<sup>3</sup>, Pedro Alberto Selbach<sup>3</sup>,  
Fátima Menezes Bento<sup>4</sup>, Robson Andreazza<sup>3</sup>, Flávio A. de Oliveira Camargo<sup>3</sup>

**Resumo** – A adição de resíduos orgânicos provindos de lixo urbano nos solos pode acarretar modificações ambientais. Em virtude disso, este trabalho teve o objetivo avaliar as alterações em algumas propriedades físicas e microbiológicas do solo sob adição contínua de composto de lixo urbano. O experimento a campo foi conduzido em um solo classificado como Argissolo Vermelho de textura média na Estação Experimental Agronômica da UFRGS. Os tratamentos constaram de cinco aplicações contínuas pelo período de três anos de diferentes doses de composto (0, 20, 40, 80 e 160 t ha<sup>-1</sup>) e de uma dose de fertilizante mineral. Após a adição de composto no solo observou-se que a densidade do solo diminuiu com as doses aplicadas e aumentou a estabilidade de agregados sob chuva até a dose de 80 t ha<sup>-1</sup>. A quantidade de bactérias aumentou até um determinado limite, enquanto os fungos e actinomicetos não apresentaram um aumento significativo em relação às doses aplicadas. Os resultados permitiram concluir que aplicações de até 80 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de composto de lixo urbano podem ser consideradas como a taxa de utilização agrícola, recomendada com o objetivo de melhorar e manter as propriedades físicas e microbiológicas do solo.

**Palavras-chave:** densidade, agregação, bactérias, actinomicetos, fungos.

## Effects of continuous addition of urban waste compost on physical and microbial soil properties

**Abstract** – The addition of urban waste in the soils can promote environmental modifications. A field experiment on a soil (Paleudult) was carried out to evaluate some physical and microbiological characteristics after continuous application of doses of municipal solid waste (MSW) compost. Progressive doses of MSW compost (0, 20, 40, 80, and 160 t ha<sup>-1</sup>) and one dose of mineral fertilizer were tested on soil for a three years period. The results obtained showed that when the amount of compost increases, soil density decreases, whereas aggregates stability increases under rain until 80 t ha<sup>-1</sup> of compost. The number of colony forming units of bacteria increased according to the compost dosage although the populations of actinomyces and fungi were not affected. In conclusion, the application of 80 t ha<sup>-1</sup> of MSW compost was the recommended dose for the maintenance of physical and microbiological characteristics of agricultural soil.

**Key words:** soil density, soil aggregation, bacteria, actinomyces, fungi.

### Introdução

O aumento da população mundial teve como consequência um acréscimo considerável na produção de lixo urbano, principalmente nas grandes cidades, ocasionando grandes problemas ambientais (BHUIYAN, 2010). Com isso, várias estratégias na utilização e manejo destes resíduos

vêm sendo adotadas, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental e melhorar o aproveitamento dos resíduos urbanos (GENG et al., 2010). A utilização agrícola do composto de lixo urbano permite a ciclagem da matéria orgânica e de nutrientes, e, conseqüentemente, a manutenção e ou recuperação física, química e biológica dos solos (CAVALLET et al., 2004; HARGREAVES et al., 2008).

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido com recursos da CAPES e do CNPq. Manuscrito submetido em 31/03/2011 e aceito para publicação em 27/10/2011.

<sup>2</sup> Eng. Agr., ONG Curicaca, Av. Polônia, 1093, CEP 90230-110, Porto Alegre, RS

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. Autor para correspondência: robsonandreazza@yahoo.com.br.

<sup>4</sup> Bióloga, Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, UFRGS.

Em termos de propriedades químicas, diversos trabalhos têm abordado alterações e melhorias na fertilidade do solo após a adição do composto de lixo. Estas melhorias referem-se, principalmente, a variações no pH, aumento na capacidade de troca de cátions, na disponibilidade de nutrientes, na concentração de sais solúveis, entre outras (MANTOVANI et al., 2005).

Os efeitos da adição do composto sobre as propriedades físicas do solo são pouco elucidativos e altamente dependentes da taxa de decomposição do composto, da sua contribuição para o conteúdo de carbono orgânico do solo e da presença de agentes dispersantes. Como resultado, a avaliação de propriedades como os agregados do solo após a aplicação de composto de lixo parece pouco estudada, embora tenha sido avaliada para casos da aplicação mista de composto de lixo e de lodo de esgoto (MARCIANO et al., 2001; OLIVEIRA, 2001). O efeito da atividade microbiana e do conteúdo de matéria orgânica sobre a formação e manutenção de agregados no solo tem motivado uma série de investigações visando ao entendimento dos mecanismos envolvidos nos processos e dinâmica de nutrientes (HARGREAVES et al., 2008; HU et al., 2010; KABORÉ et al., 2010).

Os estudos sobre a viabilização do composto de lixo, principalmente os relacionados aos aspectos microbiológicos, são ainda insuficientes para que se possam realizar recomendações seguras sobre a aplicação (ESCOSTEGUY et al., 1993). As principais deficiências destes estudos referem-se à utilização de períodos curtos de avaliação e ao uso de baixas doses e taxas de aplicação, não permitindo detectar as transformações microbiológicas em longo prazo no solo, assim como as alterações decorrentes nas propriedades químicas e físicas (CAVALLET et al., 2004). Sabe-se que há alterações na comunidade microbiológica após diversos tratamentos, incluindo disposição de dejetos suínos e compostos orgânicos de lixo urbano (CORDOVIL et al., 2011), embora estas informações sejam limitadas. A adição de compostos de lixo urbano no solo pode afetar as propriedades físicas e microbiológicas do solo dependendo das concentrações. Além disso, a utilização de resíduos orgânicos oriundos do lixo urbano pode ser uma alternativa limpa, ecologicamente viável, e pode melhorar as características físicas e microbiológicas do solo. Baseado nestas considerações desenvolveu-se o presente estudo com o objetivo de avaliar as alterações físicas e microbiológicas produzidas em um solo que recebeu a campo aplicações contínuas de diferentes doses de composto de lixo urbano, durante três anos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo em um Argissolo Vermelho de textura média, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul durante três anos. Os compostos de lixo urbano, cuja análise química é apresentada na Tabela 1, foram fornecidos pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura de Porto Alegre (RS) e pela Prefeitura de Novo Hamburgo (RS) e aplicados cinco vezes nas doses de 0, 20, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup> (massa seca). Foi utilizado, também, um tratamento com fertilização mineral e 2,2 t ha<sup>-1</sup> de calcário nas quantidades adequadas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, 2004). A análise química dos resíduos foi determinada através da metodologia descrita por TEDESCO e colaboradores (1995).

Após as etapas de aração e gradagem, para o preparo do solo e controle de plantas invasoras, a área experimental foi dividida em vinte e quatro parcelas de 3 x 4 m, dispostas em quatro blocos (repetições). As doses de composto foram aplicadas superficialmente com incorporação por gradagem. Ao longo do experimento e em diferentes momentos foram realizadas amostragens e avaliações do solo das unidades experimentais. As amostragens foram feitas em setembro (1<sup>o</sup> ano), março e novembro (2<sup>o</sup> ano), setembro (3<sup>o</sup> ano) e fevereiro (4<sup>o</sup> ano). As amostras foram coletadas da camada superficial, a uma profundidade de até 20 cm, secas ao ar e, então, passadas por peneira com malha de 0,5 mm. Para todas as amostras efetuaram-se as caracterizações físicas do solo.

Após o peneiramento, o material foi colocado em bandejas para secagem ao ar. A amostragem para a determinação da densidade seguiu o método descrito em BLAKE (1965), sendo estas realizadas em três momentos, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> aplicações. A distribuição de tamanho de partículas de solo seco ao ar foi avaliada com um jogo de cinco peneiras de diâmetro decrescente, os solos foram agitados manualmente no sentido horizontal, para posterior cálculo da razão de partículas de solo existentes na respectiva classe de solo. Para avaliar a estabilidade de agregados sob chuva adotou-se a metodologia descrita por REICHERT (1988), com adaptação do tempo de duração para melhor expressar as diferenças existentes.

Para as avaliações microbiológicas foram realizadas sete amostragens de solo, partindo-se de uma subamostra de 10 g de solo. O plaqueamento foi realizado com a utilização do Spiral-Plate System (Spiral Biotec), com três repetições por amos-

**Tabela 1 - Características químicas dos compostos de lixo urbano domiciliar aplicado no experimento durante os três anos de avaliação (médias de três repetições).**

	Local e Origem do Composto*			
	POA 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup> **	POA 3 <sup>a</sup>	NH 4 <sup>a</sup> ***	NH 5 <sup>a</sup>
pH (H <sub>2</sub> O)	7,3	7,7	7,5	7,7
C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	80,7	83,9	68,0	70,0
N total (g kg <sup>-1</sup> )	7,2	7,0	6,5	6,7
P total (g kg <sup>-1</sup> )	2,3	2,3	2,1	1,9
K total (g kg <sup>-1</sup> )	4,3	3,5	3,5	3,6
Ca total (g kg <sup>-1</sup> )	21,5	30,8	12,4	13,1
Mg total (g kg <sup>-1</sup> )	1,5	1,9	5,2	2,3
Na total (mg kg <sup>-1</sup> )	997	2819	4224	1174
RAS**** (%)	0,08	0,09	0,20	0,15

\*POA 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, e 3<sup>a</sup> aplicações. Composto fornecido pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (RS); NH 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> aplicações. Composto fornecido pela Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo (RS).  
\*\* Média dos resultados da análise dos dois compostos utilizados.  
\*\*\* Composto contaminado com solo.  
\*\*\*\* Relação de adsorção de sódio.

tra, incubando-se a 28 °C e efetuando contagens em intervalos de três dias. A determinação do número de unidades formadoras de colônias foi realizada na diluição que permitiu a contagem em toda a placa. Os meios de cultura utilizados foram o de Thornton (THORNTON, 1922) para as bactérias, o de Martin (com estreptomycin) (MARTIN, 1950) para fungos, e o de caseinato-dextrose-ágar (CLARK, 1965) para actinomicetos. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e à comparação das médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

## Resultados e Discussão

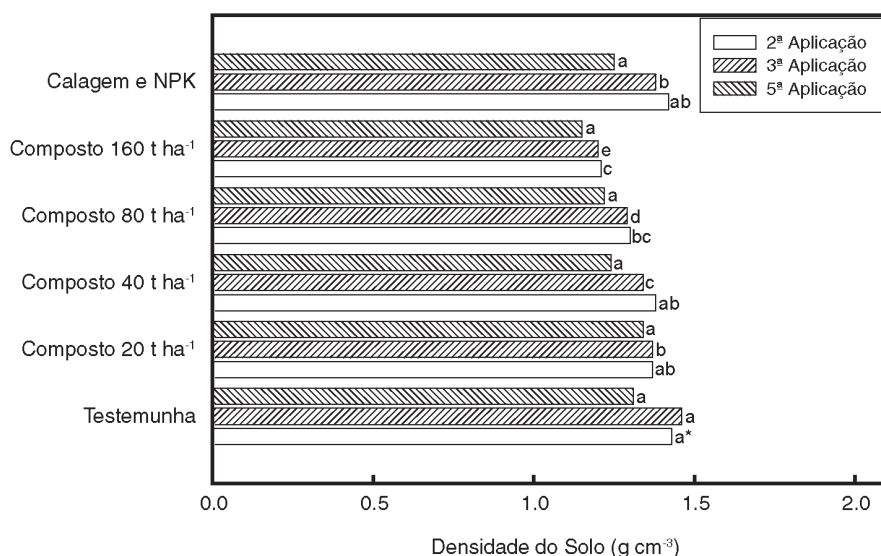
### Alterações nas propriedades físicas

A densidade do solo, avaliada após as duas primeiras aplicações do composto nas doses referidas para cada tratamento, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1). Estas diferenças foram mais acentuadas após a terceira aplicação, ou seja, a menor densidade do solo foi observada quando uma maior dose de composto foi utilizada. Ao final do experimento, a variabilidade existente não permitiu detectar diferenças significativas entre a densidade e a aplicação do composto de lixo urbano (Figura 1). Em um experimento com composto de lixo urbano, não foi observada

mudança significativa na densidade do solo, quando aplicada até 160 t ha<sup>-1</sup> de composto, após seis meses de aplicação (CAVALLET et al., 2004). De modo geral, tem sido observado que um dos principais efeitos benéficos da aplicação de composto de lixo urbano é a diminuição da densidade do solo (HARGREAVES et al., 2008). Esta variação dos resultados pode ser atribuída aos diferentes tipos de composto, solo, e juntamente com a duração do experimento.

A estabilidade das partículas do solo, ou seja, de agregados e partículas primárias, expressada pelo diâmetro médio ponderado de partículas do solo sob chuva (DMPc), não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos aplicados (Figura 2). Para o diâmetro médio ponderado de partículas do solo seco ao ar (DMPs), houve um efeito significativo contrário à aplicação de composto, ou seja, quanto maior foi a aplicação do composto, a DMPs foi estatisticamente reduzida até a dose de 160 t ha<sup>-1</sup> de composto, onde foi obtido o menor valor de DMPs.

Não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos na razão de partículas de solo das classes abaixo de 9,51 mm (Tabela 2). Entre as cinco classes de partículas do solo testadas quanto à estabilidade sob chuva, expressa pela fpec (fração de partícula de solo estável sob chuva), somente as classes 1 (9,51-4,76 mm) e 2 (4,76-2,00 mm) apresentaram diferenças entre os



**Figura 1.** Determinações da densidade do solo após a 2ª, 3 e 5ª aplicações de fertilizante mineral e de doses progressivas de composto de lixo urbano.

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma barra não diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

tratamentos (Tabela 2). Contudo, é possível que a intensidade da força utilizada para romper os agregados não tenha sido suficiente para causar diferenças significativas na classe 5 (0,50-0,25 mm), onde a chuva aplicada destruiu apenas entre 12 % e 16 % das partículas.

Para os agregados da classe 1, a aplicação de 80 e 160 t ha<sup>-1</sup> proporcionou maior estabilidade que as demais doses em estudo, ao passo que a adição de fertilizante mineral diminuiu a estabilidade, comparado a testemunha e a aplicação de doses progressivas de composto (Tabela 2). Embora não tenha diferido significativamente, a aplicação de 160 t ha<sup>-1</sup> de composto apresentou uma menor estabilidade, comparado com a aplicação de 80 t ha<sup>-1</sup> e este mesmo comportamento foi encontrado nas classes 4 (1-0,50 mm) e 5 (0,50-0,25 mm). Na classe 2, a estabilidade de agregados apresentou um aumento significativo com as doses, sendo que a aplicação de 80 e 160 t ha<sup>-1</sup> foram estatisticamente semelhantes e o tratamento com fertilizante mineral igualou-se à testemunha (Tabela 2).

Os agregados da classe 3 (2,00-1,00 mm), onde foram destruídas 82 % e 83 % das partículas, demonstraram ser os menos resistentes às forças aplicadas. As diferenças não significativas entre tratamentos encontrados nesta classe poderiam ser devidas à insuscetibilidade destes agregados às diferentes doses de composto aplicadas ou ao

nivelamento causado pela intensidade de chuva utilizada. A baixa suscetibilidade desta classe ao efeito do composto pode ser uma das justificativas para o fato de PAGLIAI e colaboradores (1981) não terem encontrado diferenças significativas para a adição de três dos cinco resíduos avaliados. Entre tais resíduos encontrava-se um composto de lodo de esgoto e lixo na proporção 1:4. A classe 3 foi a classe utilizada por estes autores para o experimento. Entretanto, devem ser consideradas as diferenças existentes entre os tipos de solos utilizados, uma vez que outros resultados têm demonstrado que o composto de lixo urbano adicionado ao solo em doses de até 160 t ha<sup>-1</sup> aumentou o tamanho dos agregados no solo (CAVALLET et al., 2004). Em geral, a adição de 80 t ha<sup>-1</sup> de composto de lixo urbano ao solo em estudo proporcionou melhores respostas para as condições físicas do solo.

### Alterações nas propriedades microbiológicas

As propriedades microbiológicas do solo foram afetadas após a adição das diferentes concentrações de compostos orgânicos de lixo urbano (Tabela 3). A análise dos resultados mostrou um aumento do número de bactérias e fungos no solo em função da quantidade de composto orgânico adicionada ao final da segunda aplicação. A po-

**Tabela 2 - Razão de partículas de solo seco ao ar em cada classe de diâmetro estudada (r) e a respectiva fração de partícula de solo estável sob chuva (fpec) após aplicações de fertilizante mineral e de doses progressivas de composto de lixo urbano.**

Tratamentos	Classe de diâmetro (mm)											
	Cl. 1) 9,51 - 4,76		Cl. 2) 4,76 - 2,00		Cl. 3) 2,00 - 1,00		Cl. 4) 1,00 - 0,50		Cl. 5) 0,50 - 0,25		Cl. 6) 0,25 - 0,00	
	r	fpec	r	fpec	r	fpec	r	fpec	r	fpec	r	fpec**
Testemunha	0,09a*	0,65ab	0,12a	0,36a	0,46a	0,16a	0,13a	0,72a	0,24a	0,87a	0,25a	1,00
Composto 20 t ha <sup>-1</sup>	0,08a	0,68ab	0,13a	0,44ab	0,64b	0,16a	0,13a	0,77a	0,24a	0,87a	0,25a	1,00
Composto 40 t ha <sup>-1</sup>	0,10a	0,69ab	0,14a	0,50b	0,63b	0,17a	0,10a	0,79a	0,21a	0,88a	0,25a	1,00
Composto 80 t ha <sup>-1</sup>	0,09a	0,79b	0,15a	0,67c	0,69b	0,18a	0,12a	0,80a	0,22a	0,88a	0,24a	1,00
Composto 160 t ha <sup>-1</sup>	0,07a	0,76b	0,15a	0,71c	0,70b	0,18a	0,12a	0,76a	0,22a	0,87a	0,25a	1,00
Calagem e NPK	0,08a	0,57a	0,14a	0,33a	0,47a	0,17a	0,13a	0,72a	0,23a	0,84a	0,25a	1,00

\* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste Tukey (p<0,05).  
\*\* Valor arbitrado para efeito de cálculo.

pulação de fungos nas parcelas com fertilizante mineral foi similar à observada nos tratamentos com as maiores doses de composto. Um comportamento contrário foi observado para a população de bactérias, ou seja, a população bacteriana do tratamento com adubo mineral foi semelhante à observada nas parcelas com as doses mais baixas de composto. Com relação aos actinomicetos, não houve efeito notável das doses de composto sobre a sua população durante o primeiro ano de avaliação. Ao final da quinta aplicação do composto, verificou-se que a população microbiana apresentou um aumento na quantidade de microrganismos (Tabela 3).

Na avaliação feita após a quarta aplicação, as bactérias encontravam-se em uma concentração inferior à observada após a quinta aplicação. Esta diferença pode ter ocorrido em função de baixas temperaturas e pelo menor aporte de material orgânico fresco no período. As médias de seis avaliações das populações de bactérias efetuadas ao longo do experimento demonstraram um aumento destes microrganismos nos tratamentos onde foi aplicado o composto, principalmente nas doses de 40, 80 e 160 t ha<sup>-1</sup>, podendo este aumento estar relacionado ao aumento observado do pH do solo. O pH afeta diretamente o crescimento de microrganismos como bactérias e sua atividade enzimática, sendo um dos principais fatores ao crescimento microbiano (ANDREAZZA et al., 2011).

O crescimento dos actinomicetos após a quinta aplicação dos tratamentos foi mais prolongado do que o de bactérias e fungos, observando-se uma maior estabilidade populacional. Este grupo microbiano foi menos sensível do que os fungos e bactérias às condições adversas de baixa umidade do solo, mas na média de seis avaliações não demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

Os fungos podem apresentar um comportamento semelhante às bactérias após a aplicação dos tratamentos, embora possam entrar mais rapidamente na fase de diminuição do crescimento. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e a população de fungos; assim como não foi possível detectar diferenças na taxa de crescimento da população (CATTELAN e VIDOR, 1990). A grande alternância de posições encontradas a cada avaliação no final do período demonstra a fragilidade de uma avaliação pontual deste grupo de microrganismos.

CRECCHIO e colaboradores (2004), avaliando o efeito da adição de composto de lixo urbano na população de procariontos no solo, estimada pela técnica de DGGE, verificou que adições de até 24 t ha<sup>-1</sup> deste material orgânico não afetaram a dinâmica das populações de bactérias e actinomicetos. Entretanto, a adição de composto de lixo urbano tem estimulado a biota heterotrófica do solo, com registros de aumentos imediatos na biomassa

**Tabela 3 - Número de bactérias, fungos e actinomicetos no solo após aplicações de fertilizante mineral de doses progressivas de composto de lixo urbano.**

Tratamentos	Datas das Amostragens						
	1º ano		2º ano			3º ano	
	março	junho	setembro	outubro	novembro	dezembro	fevereiro
----- log UFC de bactérias g <sup>-1</sup> solo seco -----							
Testemunha	7,03ab*	6,30a	6,61c	6,99d	7,20abde	6,48cd	6,96a
20 t ha <sup>-1</sup>	-	6,44a	7,07ab	7,20bc	7,33abcde	6,45cd	6,96a
40 t ha <sup>-1</sup>	7,01ab	6,38a	7,14a	7,34abc	7,35abcd	6,89ab	7,20a
80 t ha <sup>-1</sup>	7,23a	6,49a	7,11a	7,49a	7,39abcd	6,61bc	7,24a
160 t ha <sup>-1</sup>	7,34a	6,54a	7,24a	7,41ab	7,38ab	6,89ab	7,03a
Calagem e NPK	7,16a	6,27a	6,85bc	7,20cd	7,12acde	6,35cd	6,97a
----- log UFC de fungos g <sup>-1</sup> solo seco -----							
Testemunha	4,80b	4,63b	4,44abc	4,76a	4,71ad	3,74a	4,54a
20 t ha <sup>-1</sup>	-	4,74ab	4,31abc	4,80a	4,37abc	3,76a	4,38a
40 t ha <sup>-1</sup>	4,82b	4,71ab	4,31abc	4,76a	4,59a	3,54a	4,46a
80 t ha <sup>-1</sup>	4,80b	4,65b	4,39abc	4,85a	4,62abcd	3,64a	4,19a
160 t ha <sup>-1</sup>	4,94a	4,96a	4,46abc	4,89a	4,73ad	4,33a	4,38a
Calagem e NPK	5,01a	4,70ab	4,72a	4,70a	4,38abc	4,03ab	4,33a
----- log UFC de actinomicetos g <sup>-1</sup> solo seco -----							
Testemunha	6,43b	5,82a	5,11ab	5,55a	5,79abc	5,62ab	5,85a
20 t ha <sup>-1</sup>	-	5,67a	5,40ab	5,67a	6,18abc	5,82abc	5,92a
40 t ha <sup>-1</sup>	6,49ab	5,48a	5,49ab	5,52a	6,08abc	5,90abc	6,12a
80 t ha <sup>-1</sup>	6,51a	5,74a	5,47ab	5,66a	6,23ab	5,88abc	5,40a
160 t ha <sup>-1</sup>	6,55a	5,81a	5,65a	5,58a	6,13abc	6,01a	5,99a
Calagem e NPK	6,57a	5,74a	5,21ab	5,39a	5,76abc	5,68abc	6,02a

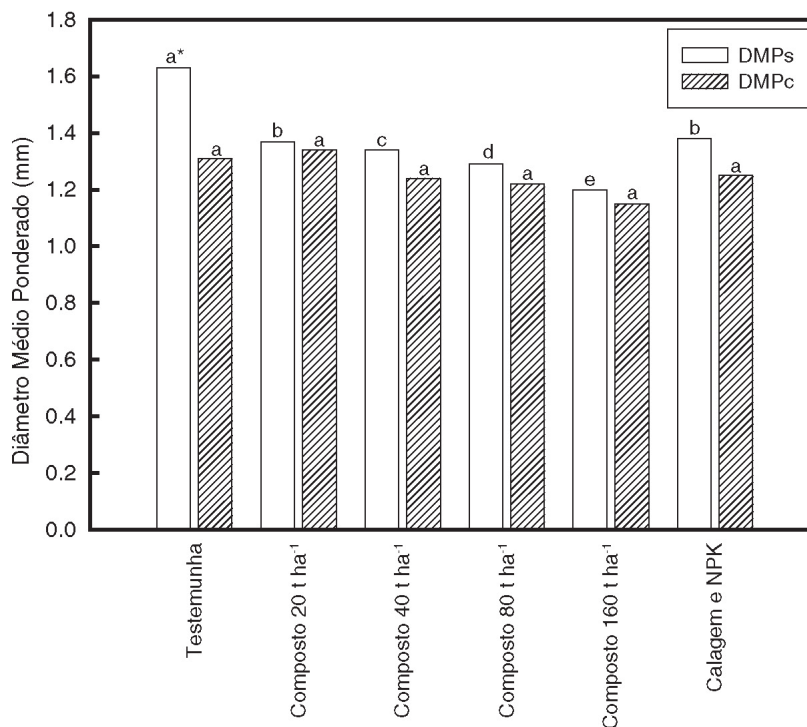
\*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p<0,05).

e na atividade microbiana (HARGREAVES et al., 2008). Outros estudos indicam que a aplicação de composto de lixo urbano pode melhorar as características químicas e microbiológicas de solos que foram queimados, promovendo a recuperação dos mesmos em um curto espaço de tempo (CORDOVIL et al., 2011). Todavia, os resultados da literatura são incipientes, principalmente em relação ao efeito de doses elevadas de composto, como no presente estudo. Contudo, sabe-se que a utilização de resíduos industriais para a agricultura é benéfica para ambas as partes envolvidas (PARROT et al., 2009; GENG et al., 2010), aos homens que re-utilizam um resíduo gerado que se não aproveitado é um problema, e ao ambiente que transforma um problema (aterros sanitários, poluição) em fonte de nutrientes e melhoria das condições do solo.

## Conclusões

A aplicação contínua de doses progressivas de composto de lixo urbano no solo mostrou que a densidade do solo diminuiu com as doses aplicadas e não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos na razão de partículas de solo das classes abaixo de 9,51 mm. Conseqüentemente, o diâmetro médio ponderado de partículas de solo seco ao ar não foi afetado pela adição do composto de lixo ao passo que, sob chuva, verificou-se aumento na estabilidade até a dose de 80 t ha<sup>-1</sup>. A aplicação continuada de composto de lixo domiciliar no solo aumentou a quantidade de bactérias até um determinado limite, enquanto as populações de fungos e actinomicetos não apresentaram um aumento significativo. Aplicações de até 80 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de compos-

ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS DO SOLO  
SOB ADIÇÃO CONTÍNUA DE COMPOSTO DE LIXO URBANO



**Figura 2.** Determinações do diâmetro médio ponderado de partículas de solo secas ao ar (DMPs) e do diâmetro médio ponderado de partículas de solo sob chuva (DMPc) no solo após aplicações de fertilizante mineral e de doses progressivas de composto de lixo urbano.

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma barra não diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

to de lixo urbano foram as aplicações com resultados mais positivos, com o objetivo de melhorar e manter as propriedades físicas e biológicas do solo, sendo uma alternativa viável e barata à produção agrícola.

## Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas e financiamento do projeto.

## Referências

ANDREAZZA, R.; OKEKE, B. C.; PIENIZ, P.; BRANDELLI, A.; LAMBAIS, M. R.; CAMARGO, F. A. O. Bioreduction of Cu(II) by cell-free copper reductase from a copper resistant *Pseudomonas* sp. NA. *Biological Trace Element Research*, doi: 10.1007/s12011-010-8899-3, 2011.

BHUIYAN, S. H. A crisis in governance: Urban solid waste management in Bangladesh. *Habitat International*, v. 34, p. 125-133, 2010.

BLAKE, G. R. Bulk density. In: BLACK, C. A. *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 374-390.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana no solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 14, p. 133-142, 1990.

CAVALLET, L. E.; VILLAS-BÔAS, M.; KHUN, O.; RICHART, A. Aplicação de composto de lixo urbano em Latossolo vermelho eutroférico, alterações da percentagem de agregados e níveis de fósforo, potássio, carbono orgânico. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 3, p. 7-13, 2004.

CLARK, F. E. Actinomyces. In: BLACK, C. A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy. v. 2. cap. 106, p. 1498-501, 1965

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. SBRS/NRS. Porto Alegre, 2004. 400 p.

CORDOVIL, C. M. D. S.; VARENNES, A.; PINTO, R.; FERNANDES, R. C. Changes in mineral nitrogen, soil organic matter fractions and microbial community level physiological

- profiles after application of digested pig slurry and compost from municipal organic wastes to burned soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 43, p. 845-852, 2011.
- CRECCHIO, C.; CURCI, M.; PIZZIGALLO, M. D. R.; RICCIUTI, P.; RUGGIERO, P. Effects of municipal solid waste compost amendments on soil enzyme activities and bacterial genetic diversity. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 36, p. 1595-1605, 2004.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; PARCHEN, C. A. P.; SELBACH, P. A. Bactérias enteropatogênicas em composto de lixo domiciliar, solo e planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 17, p. 365-370, 1993.
- GENG, Y.; TSUYOSHI, F.; CHEN, X. Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 993-1000, 2010.
- HARGREAVES, J. C.; ADL, M. S.; WARMAN, P. R. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 123, p. 1-14, 2008.
- HU, D.; YOU, F.; ZHAO, Y.; YUAN, Y.; LIU, T.; CAO, A.; WANG, Z.; ZHANG, J. Input, stocks and output flows of urban residential building system in Beijing city, China from 1949 to 2008. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, p. 1177-1188, 2010.
- KABORÉ, T. W. T.; HOUOT, S.; HIEN, E.; ZOMBRÉ, P.; HIEN, V.; MASSE, D. Effect of the raw materials and mixing ratio of composted wastes on the dynamic of organic matter stabilization and nitrogen availability in composts of Sub-Saharan Africa. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 1002-1013, 2010.
- MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 817-824, 2005.
- MARCIANO, C. R.; MORAES, S. O.; OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo amarelo saturado e não saturado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 1-9, 2001.
- MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science Society of America Journal*, v. 69, p. 215-232, 1950.
- OLIVEIRA, F. C. Percolação de nitrato em Latossolo amarelo distrófico afetada pela aplicação de composto de lixo urbano e adubação mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 731-741, 2001.
- PAGLIAI, M.; GUIDI, G.; LA MARCA, M.; GIACHETTI, M.; LUCAMANTE, G. Effects of sewage sludges and composts on soil porosity and agregation. *Journal of Environmental Quality*, v. 10, p. 554-561, 1981.
- PARROT, L.; SOTAMENOU, J.; KAMGNIA, B. D.; NANTCHOUANG, A. Determinants of domestic waste input use in urban agriculture lowland systems in Africa: The case of Yaoundé in Cameroon. *Habitat International*, v. 33, p. 357-364, 2009.
- REICHERT, J. M. Formação de selo superficial e infiltração de água sob chuva simulada em solos do Rio Grande do Sul. 1988. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim Técnico, 5).
- THORNTON, H. G. On the development of a standardized agar medium for counting soil bacteria with special regard to the repression of spreading colonies. *Annals of Applied Biology*, v. 9, p. 241-274, 1922.