

Potencial para uso agrícola de resíduos orgânicos através da caracterização química ⁽¹⁾.

Marcos de Oliveira Ribeiro⁽²⁾; Cácio Luiz Boechat⁽³⁾; Adailton Conceição dos Santos⁽⁴⁾; Marcela Rebouças Bomfim⁽⁵⁾; Jorge Antonio Gonzaga Santos⁽⁶⁾; Poliana dos Santos Pereira da Silva⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; S/N, Bairro universitário, Cruz das Almas, BA; marcosdeoliveira2@yahoo.com.br ⁽³⁾ Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

⁽⁴⁾ Doutorando em Engenharia Agrícola; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁵⁾ Doutoranda em Geologia ambiental da Universidade Federal da Bahia; ⁽⁶⁾ Professor Associado; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁷⁾ Graduanda em Engenharia florestal; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RESUMO: A utilização do lodo de esgoto na agricultura como adubo orgânico, é reconhecida hoje, como uma das alternativas mais promissoras para disposição final deste resíduo, em virtude de sua sustentabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial agrônomo de resíduos orgânicos através da caracterização química. As unidades experimentais foram colocadas numa incubadora BOD na ausência de luz, a temperatura controlada a $25 \pm 0,2$ °C e umidade mantida perto de 70% da capacidade de campo. As avaliações foram feitas aos 0, 2, 7, 14, 28, 42, 56, 70, 91 e 112 dias de incubação, com três repetições. O teor de fósforo no LEL é superior aos demais tratamentos. O LEM possui maior concentração de nitrogênio. Os resíduos utilizados no estudo, com exceção do RPC "in natura", apresentam propriedades químicas que os habilitam para serem utilizados na agricultura.

Termos de indexação: Lodo de esgoto, fertilidade, resíduo industrial.

INTRODUÇÃO

A crescente quantidade de resíduos sólidos produzidos pelo homem gera a necessidade de dar uma destinação final adequada para estes. Uma alternativa é o seu uso para atendimento da demanda por insumos alternativos no meio agrícola (SCHEER, 2012).

Quando incorporado ao solo, o lodo de esgoto proporciona alterações nas propriedades físicas, como a densidade do solo, tamanho dos agregados e capacidade de retenção de água; nas propriedades químicas, como o pH, condutividade elétrica, CTC e aumento dos teores de P e N; e em propriedades biológicas, geralmente incrementando a atividade microbiana do solo, quando não apresenta limitações como elementos tóxicos e metais pesados (ARAUJO, 2009).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial agrônomo de resíduos orgânicos através da caracterização química.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura em 2010. Os resíduos orgânicos foram: Resíduo da fábrica de papel e celulose (RPC); resíduo de polo petroquímico (RPP); Lodo de esgoto municipal (LEM); lodo de esgoto da indústria de Laticínios (LEL) e resíduo da indústria de polpa de fruta (RPF). Todos os resíduos coletados foram colocados a sombra para perda parcial da umidade. Cerca de 20 subamostras foram retiradas de cada lote, formando uma amostra composta com aproximadamente 2 kg, para análise química. As amostras foram trituradas para permitir uma granulometria homogênea, e foram secas em estufa a 60 ± 2 °C.

Foram utilizadas amostras de solo com 150 g e as doses de resíduos foram calculadas, a fim de, fornecer um valor fixo de nitrogênio.

As unidades experimentais foram colocadas em incubadora BOD na ausência de luz, a temperatura controlada a $25 \pm 0,2$ °C e umidade mantida perto de 70% da capacidade de campo. Os teores de umidade eram verificados por pesagem das unidades experimentais e ajustadas com a água deionizada.

Durante o período de incubação (112 dias) foram analisados os seguintes atributos químicos: pH em água e CaCl_2 . O pH foi determinado usando um eletrodo de vidro por potenciometria, numa razão de resíduos:água destilada ou cloreto de cálcio de 1:2:5 (QUAGGIO & RAIJ, 2001).

O teor de N-total foi determinado a partir de amostras previamente seca a 60 ± 2 °C e triturado num moinho Wiley e peneirada (0,25 mm). (EMBRAPA, 1999). A análise do N-mineral foi realizada segundo (BREMNER & KEENEY, 1966 apud TEDESCO et al., 1995); o carbono orgânico pelo método de Walkley-Black e a análise dos



elementos Ca, Mg, P, Fe, Cu, Mn, Ni, Cr, Cd e Pb foram realizadas em um espectrofotômetro de absorção atômica (AA) Perkin - Elmer Analyst 100. (EMBRAPA, 1999).

Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) para examinar as diferenças químicas entre os resíduos orgânicos. A análise estatística foi realizada usando o software SAS (SAS Institute, 2004). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de significância de ($P < 0,01$), com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos foram classificados em três grupos de acordo com valores de pH. 1 - Resíduos ácidos: LEM e RPF; 2 - Resíduos neutros: LEL, e 3 - Resíduos alcalinos: RPP e RPC, e estas diferenças mostraram-se estar relacionadas com o tipo de tratamento a que são submetidos os resíduos na zona de produção (Tabela 1). A eficiência para alterar o pH do solo foi testada por incubação dos diferentes resíduos durante 112 dias (Figuras 1 e 2).

Os resíduos alcalinos e neutros (RPP, LEL e RPC) aumentaram o pH do solo, enquanto o LEM e o RPF foram similares ao controle, não alterando o pH do solo. O pH dos tratamentos, medido em água e cloreto de cálcio foi estabilizado aos 70 dias de incubação. Relacionado a este atributo os resíduos RPP, LEL e RPC são os produtos que podem ser utilizados para aumentar o pH dos solos agrícolas.

No primeiro dia de incubação observou-se aumento do pH do solo nos tratamentos com RPC, RPP e LEL, provavelmente devido ao teores de cálcio presentes nestes materiais orgânicos (Tabela 2). Nos tratamentos com LEM e RPF não houve diferenças no pH quando comparados ao controle (solo sem resíduo), devido aos baixos teores de cálcio e magnésio (Tabela 2). Alashty et al. (2011) não encontraram nenhuma diferença no pH do solo após a aplicação de lodo de esgoto, devido às características do mesmo.

As concentrações de P e N foram elevadas nos resíduos. No entanto, o teor de P no LEL foi de aproximadamente 1,58; 3,71; 53,57 e 29,41 vezes maior que no LEM, RPP, RPC e RPF, respectivamente (Tabela 1). Embora seja um elemento usado pelas plantas em baixas concentrações quando comparadas com os outros nutrientes, a adição de maiores quantidades de P para alguns solos brasileiros é recomendado, devido a adsorção sobre a superfície do ferro e óxidos e hidróxidos de alumínio, e minerais de argila, que

podem ser precipitados no solo na forma de sais de alumínio, de ferro e de cálcio com baixa solubilidade, tornando-se indisponível para as culturas.

O LEM possui teor de N-Total 1,70; 7,27; 8,77 e 1,67 vezes maior que LEL, RPP, RPC e RPF, respectivamente (Tabela 1). O nitrogênio é o principal elemento exigido por diversas culturas. O teor de N nos lodos de esgoto tem sido um dos parâmetros para calcular a quantidade a ser utilizada, de acordo com as necessidades das culturas (CETESB, 1999). No entanto, estes dois elementos devem ser cuidadosamente observados no momento em que eles são aplicados a partir de resíduos, porque os recursos hídricos têm uma elevada capacidade de ser degradado por eles. O P, mesmo a uma concentração moderada em águas naturais (25 ug L^{-1}), pode estimular o processo de eutrofização (HAYGART & JARVIS, 1999) HART et al., 2004) e o N também podem contribuir para o processo de eutrofização, pois pode contaminar águas subterrâneas. Além de, quando ingerido por animais jovens ou bebês com menos de seis meses, causar intoxicação ou síndrome do bebê azul, levando à morte (DANIEL et al., 1998).

O carbono orgânico está presente em concentrações elevadas nos resíduos (Tabela 1). O conteúdo deste elemento nos resíduos orgânicos está diretamente relacionado ao teor de matéria orgânica que associada ao solo tem importante capacidade de retenção de água, melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas, tais como, a combinação com minerais de argila, capacidade de quelação, capacidade de tamponamento, aumento da capacidade de troca catiônica, maior potencial de mineralização de elementos essenciais para as plantas (BAYER & MIELNICZUK, 1999). Os resíduos orgânicos também melhoram a atividade biológica, alterando a estrutura do solo, com aumento da capacidade de agregação do solo, entre outros (OBERLE & KEENEY, 1994).

Outro atributo químico que deve ser cuidadosamente considerado é a relação C/N (Tabela 1). Quando os resíduos são utilizados em solos de baixa fertilidade, o N será imobilizado por um período prolongado, devido à incorporação na biomassa microbiana nativa do solo ou particularmente quando os resíduos orgânicos tem uma elevada relação C/N, com resultados negativos principalmente para mudas e vegetação nas fases iniciais.

A adubação com uma fonte de N prontamente



disponível pode reduzir o período de imobilização, ou esta pode estimular a aceleração da degradação do resíduo orgânico, por microrganismos nativos, após a redução da relação C/N (VICTORIA et al., 1992). Por outro lado, uma degradação mais lenta destes resíduos, pode apresentar benefícios em longo prazo, como a minimização das perdas por lixiviação. Portanto, a relação C/N irá guiar o processo de mineralização ou imobilização do nitrogênio no solo.

CONCLUSÕES

O teor de fósforo no LEL é superior aos demais tratamentos.

O LEM possui maior concentração de nitrogênio.

Os resíduos utilizados no estudo, com exceção do RPC "in natura", apresentam propriedades químicas que os habilitam para serem utilizados na agricultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e UFRB pelo apoio a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALASHTY, S. R.; BAHMANYAR, M. A.; EPANLOU, M. G. S. Change of pH, organic carbon (OC), electrical conductivity (EC), nickel (Ni) and chrome (Cr) in soil and concentration of Ni and Cr in radish and lettuce plants as influenced by three year application of municipal compost. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.16, p. 3740-3746, 2011.

ARAUJO, F. F.; GIL, F. C.; TIRITAN, C. S.; lodo de esgoto na fertilidade do solo, na nutrição de *brachiaria decumbens* e na atividade da desidrogenase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 1-6, 2009.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 9-25.

COELHO, H. A.; FILHO, G. H.; ROMEIRO, G. V. P.; BARBOSA, R. D.; LOBO, T. F.; Desempenho agrônomo do lodo de esgoto como fonte de nitrogênio em bananeiras. **Revista Agrarian**, v.4, n.13, p.172-181, 2011.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – Critérios para projeto e operação**. São Paulo, 1999. 32p. (Manual Técnico – P4230).

DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; LEMUNYON, J. L. Agricultural phosphorus and eutrofication: a symposium overview. **Journal of Environmental Quality**, n. 27, p. 251-257, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPq). **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.

HAYGART, P. M.; JARVIS, S. C. Transfer of phosphorus from agricultural soils. **Advances in Agronomy**, v.66, p.195-249, 1999.

OBERLE, S. L., KEENEY, D. R. **Interactions of sewage sludge with soil-cropwater systems**. In: Sewage sludge: land utilization and the environment. Madison, SSSA, 1994. p. 17-29.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. **Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total**. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p.181-188.

SAS Institute Inc., SAS® 9.1.2 **Qualification Tools User's Guide**, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2004.

SCHEER, M. B.; Carneiro, C.; Santos, K. G.; Crescimento de mudas de *prunus brasiliensis* (cham. & schldtl.) d. diatr. em substratos à base de lodo de esgoto compostado e fertilizante mineral. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 739-747, 2012.

TEDESCO, M. J.; GIANELO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; WOLKWEISS, S. J.; **Análises de solos, plantas e outros materiais**, 2a ed., UFRGS: Porto Alegre, 1995.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. **O ciclo do nitrogênio**. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Eds.) Microbiologia do solo. Campinas, SP: SBCS, 1992.

VOLKWEISS, S. J. **Química da acidez dos solos**. In: Seminário corretivos da acidez do solo, 2., 1989, Santa Maria. Anais. Santa Maria: UFSM, 1989. p.7-38.

Tabela 1. Atributos químicos de diferentes resíduos orgânicos. Valor total em base seca.

Atributo químico	Unidade	Resíduo orgânico				
		LEL	LEM	RPP	RPC	RPF
pH	H ₂ O (1:2,5)	6,90 b	5,67 c	7,40 b	8,30 a	5,40 c
P	(g dm ⁻³)	15,00 a	9,49 b	4,04 c	0,28 d	0,51d
COT	(g kg ⁻¹)	161,60 b	235,00 a	34,40 c	236,40 a	232,40 a
N-Amoniacal	(mg kg ⁻¹)	6182,40 b	8619,80 a	750,12 c	263,20 e	460,60 d
N-Nítrico	(mg kg ⁻¹)	36,96 d	421,12 b	855,40 a	171,08 c	881,72 a
N-Kjeldahl (Total)	(g kg ⁻¹)	19,20 b	32,63 a	4,49 c	3,72 c	19,50 b
Relação C/N	8,42 c	7,20 c	7,66 c	63,55 a	11,92 b

Tabela 2. Concentração de elementos químicos em diferentes resíduos orgânicos. Valor total em base seca.

Elemento químico	Unidade	Resíduo orgânico				
		LEL	LEM	RPP	RPC	RPF
Ca	(cmol _c dm ⁻³)	198,20 a	59,86 d	116,80 c	190,23 b	28,20 e
Mg	(cmol _c dm ⁻³)	13,05 c	27,18 a	5,48 d	16,61 b	18,50 b
Cu	(mg kg ⁻¹)	141,79 b	334,02 a	373,20 a	162,20 b	101,72 b
Fe	(mg kg ⁻¹)	11752,69 a	7364,59 b	7640,86 b	3240,86 c	701,08 d
Mn	(mg kg ⁻¹)	292,28 a	113,39 b	83,58 c	50,34 d	68,43 c
Ni	(mg kg ⁻¹)	1,13 a	0,77 ab	1,10 a	0,70 ab	0,27 b
Cd	(mg kg ⁻¹)	0,12 a	0,12 a	0,12 a	0,11 a	0,10 b
Pb	(mg kg ⁻¹)	44,44 a	8,55 b	32,48 a	37,61 a	3,42 b
Cr	(mg kg ⁻¹)	6,83 a	3,82 b	4,22 b	6,22 a	0,60 c

◆ Controle ■ RPC ▲ RPP × LEM * LEL ○ RPF

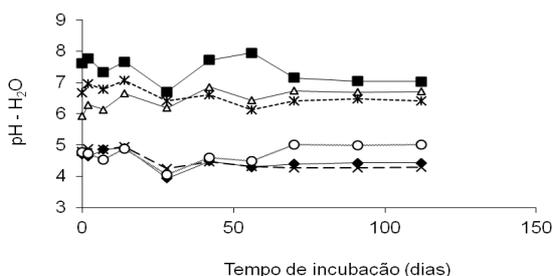


Figura 1. Influência da aplicação de resíduos orgânicos no pH (em água) do solo após 112 dias.

◆ Controle ■ RPC ▲ RPP × LEM * LEL ○ RPF

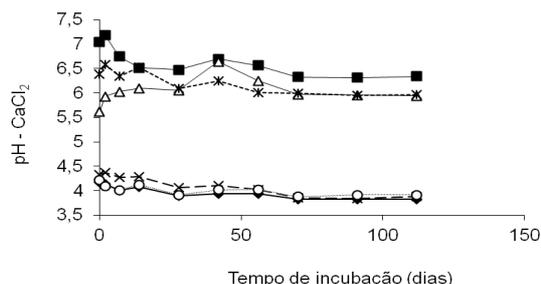


Figura 2. Influência da aplicação de resíduos orgânicos no pH (CaCl₂) do solo após 112 dias.



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC