

Efeito sazonal de efluente de esgoto em atributos químicos do solo ⁽¹⁾

Rogério Novaes de Souza ⁽²⁾; Jorge Antonio Gonzaga Santos ⁽³⁾; Marcela Rebouças Bomfim ⁽⁴⁾; Diego Campana Loureiro ⁽⁵⁾; Vanessa Ribeiro dos Reis ⁽⁶⁾; Samir Dultra Abdalla ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos EMBASA; ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. roger.novaes@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Associado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Geologia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA; ⁽⁵⁾ Bolsista pós-doutorado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁶⁾ Graduanda em Licenciatura em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁷⁾ Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos sazonais da aplicação de efluente de esgoto nos atributos químicos do solo cultivado com grama esmeralda. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos: efluente de esgoto tratado filtrado (ETF), efluente de esgoto tratado (ET) e campo controle (CC). As coletas de solo foram realizadas em três profundidades (0-0,5; 0,5-0,10 e 0,10-0,20 m) e nas estações primavera, verão e outono de 2012. Foram determinados as variáveis pH, Ca, Mg, Al, Na, K, H+Al, P e Carbono orgânico (Corg). Os valores de Corg variaram de 1,43 a 2,14 g kg⁻¹ com os maiores valores observados nos tratamentos ET e ETF. Estes tratamentos aumentaram a SB e influenciaram positivamente a CTC do solo. Já o campo controle, apresentou alta saturação de Al, com os valores variando de 2 a 15 %. Através da análise de componentes principais foi possível distinguir os diferentes efluentes tratados (ET; ETF) do campo controle (CC), e que a primavera foi a época que contribuiu com o maior aporte de matéria orgânica no solo. O efluente de esgoto tratado aumenta a fertilidade do solo e pode ser utilizado na irrigação de grama esmeralda.

Termos de indexação: Efluente, nutrientes, solo

INTRODUÇÃO

A competição pelo uso da água, devido à escassez deste recurso em todo mundo, tem afetado os mais diversos setores da sociedade (Santos et al., 2009). O crescimento populacional, o mau uso e a demanda por este recurso (Sampaio & Sampaio, 2002), associado ao contingente de resíduos gerados, tem lançado aos corpos hídricos elevadas cargas orgânicas, passíveis de poluição.

A escassez que atinge várias regiões do Brasil, juntamente com a má qualidade da água tem revelado nas práticas de reúso, uma alternativa viável para suprir as necessidades por este recurso

além de ser um forte instrumento para gestão dos recursos hídricos (Fonseca, 2001).

Estudos reportam o baixo custo para a disposição deste subproduto do tratamento de esgoto no solo, através da irrigação de plantas (Asano et al., 1996). Esta prática objetiva utilizar o sistema solo-planta para a degradação, assimilação e imobilização dos constituintes do efluente e dos produtos de sua transformação no meio. Desta forma, o solo, exerce o papel de depósito e meio de tratamento para os diferentes constituintes químicos deste efluente (Rezende, 2003).

A utilização planejada, dos efluentes de esgoto tratados no Brasil levará pequenos e médios agricultores a terem acesso a uma água não convencional para suprir a uma crescente escassez de mananciais para a irrigação. Para que a utilização dos efluentes seja bem sucedida é necessário um sistema de tratamento de baixo custo e de boa qualidade (BERNARDI, 2003).

A aplicação de efluentes tratados no solo implica numa forma efetiva de controle da poluição e uma excelente opção para aumentar a disponibilidade de água, sendo assim, gera grandes benefícios do reúso associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (Hespanhol, 2002). O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos sazonais da aplicação de efluente de esgoto nos atributos químicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estudo foi conduzido em um solo cultivado com grama esmeralda localizada na Estação de Tratamento de Esgoto de Sauípe (ETE), no município de Mata de São João (12°31'46" Latitude Sul e 38°17'59" de Longitude Oeste), Litoral Norte da Bahia, Brasil. O clima da área é predominantemente quente e úmido (Guerra, 2010), com pouca chuva no verão e chuvoso no inverno e outono.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos, três profundidades e três repetições. Na área experimental, a grama é do tipo esmeralda, a qual tem sido irrigada por

aspersão, com dois tratamentos: efluente de esgoto tratado filtrado (ETF) e a outra metade com efluente de esgoto tratado (ET). A fim de se obter uma amostra controle para referência, ao lado do campo, plantou-se o mesmo tipo de grama irrigada com água de abastecimento da EMBASA (CC).

O processo de filtração do ETF se deve a passagem do efluente tratado por filtros para reduzir a concentração de algas, minimizando os impactos no corpo receptor.

As coletas foram realizadas durante as estações sazonais, compreendidas no ano de 2012, com exceção do inverno, pois nesta estação não houve viabilidade para coletar amostras devido a não aplicação dos tratamentos.

Análises de campo e laboratório

Como a área foi subdividida para aplicação dos tratamentos, as coletas foram realizadas em três profundidades (0-0,5m; 0,5-0,10m e 0,10-0,20m) e em cada subdivisão foram coletadas 10 amostras simples para uma composta. Estas foram armazenadas em caixas térmicas e transportadas ao Laboratório de Metais Traços da Universidade Federal do recôncavo da Bahia – UFRB para caracterização química.

Foram determinados pH (H₂O e KCl), Ca, Mg, Al, Na, K, H+Al, P e C.org., segundo métodos descritos pela Embrapa (1999) e van Raij (2001). Destes resultados foram calculados Soma de Bases 9SB), Capacidade de Troca Catiônica (T), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

Análise estatística

Foi realizada a análise multivariada de componentes principais (ACP) para as variáveis químicas do solo (Mg, M.O, Ca, Na,K, P,SB, Al, H, m, T,pH em H₂O e pH em KCl), utilizando o programa ADE-4 (Thioulouse et al., 1997). Foram construídos gráficos bidimensionais utilizando os dois primeiros componentes principais, referentes aos círculos de correlações entre os autovetores das variáveis e os diagramas de ordenação dos tratamentos (CC, ET e ETF) com o intuito de auxiliar a interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados médios dos atributos químicos após aplicação dos três tratamentos (ET, ETF e CC).

As concentrações de Ca e Mg nas áreas irrigadas com (ET e ETF) foram maiores que a do (CC) irrigado com água de abastecimento. Esse resultado

contrasta com os dados obtidos por Conceição (2008), no qual observou uma concentração três vezes maior desses nutrientes quando utilizada água de abastecimento. De acordo, com Singh e Uehara (1999) essa variação dos cátions que compõem a saturação por base depende da quantidade e dos componentes aplicados pelo efluente, além das condições específicas do elemento, tais como: valência, adsorção específica e concentração.

Os valores de Carbono Orgânico variaram de 1,43 a 2,14 gkg⁻¹ com os maiores valores observados nos tratamentos ET e ETF, que influenciaram positivamente a CTC do solo. Já o campo controle, apresentou alta saturação de Al, com os valores variando de 2,01 a 15,04%.

A Figura 1 apresenta graficamente a análise de componentes principais representada em duas dimensões pelo eixo CP1 (componente principal 1) e o eixo CP2 (componente principal 2). A distribuição espacial das variáveis químicas do solo (Corg, Ca, Mg, Na, K, P, SB, Al, H, m, T, pH_{H₂O} e pH_{KCl}) está representada por setas e os diferentes tratamentos por pontos (CC: campo controle; ET: efluente tratado; ETF: efluente tratado e filtrado).

Os três primeiros componentes principais explicaram 68 % da variância total dos dados, sendo 34 % explicado pelo CP1 e 24 % pelo CP2. O CP1 distinguiu o campo controle (CC) dos efluentes tratados (ET e ETF), com maior saturação de bases e teor de Corg para os efluentes tratados, e a maior saturação por Al no campo controle. Já o CP2 distinguiu melhor as estações de amostragem, com maior saturação de bases e teor de Corg na primavera, devido ao maior fluxo turístico da estação, o qual eleva a carga de nutrientes do esgoto. Já no outono, ocorreu um aumento do pH em função da diminuição dos teores de H + Al (Figura 1).

A ACP não distinguiu claramente as fontes de variação ano e profundidade de amostragem (dados não apresentados).

A saturação de bases (SB) e a saturação por alumínio (m) foram às variáveis que mais se correlacionaram com o CP1, com autovetor positivo e negativo, respectivamente. Já para o CP2, a CTC e o teor de H + Al foram às variáveis que mais influenciaram este componente, ambos com autovetor positivo (Figura 1). Através da ACP foi possível constatar que o teor de Corg contribuiu positivamente para o aumento da saturação de bases e da CTC (Figura 1).

Os valores do pH_{(H₂O), (KCl)}, demonstram que tanto o tratamento ET quanto o ETF, apresentaram elevação quando comparados com CC, resultados coerente aos relatados por, Bouwer e Idelovitch



(1987), os quais descrevem aumento no pH do solo quando aplicado efluente tratado.

A concentração de nutrientes na área irrigada com o efluente apresentou aumento quando comparada com o campo controle. Os valores de pH também se apresentaram melhores nas áreas onde foram feitas as aplicações, e os teores de alumínio foram mais baixos quando aplicados os efluentes. Estes resultados também foram encontrados por Santos 2004, ou seja, redução do Al e elevação do pH com aplicação de efluentes de esgoto tratado. Estes resultados refletem na SB, CTC e V (%), que indiferente ao mês avaliado, os maiores valores foram os referentes aos tratamentos ET e ETF.

Através da ACP, foi possível distinguir os diferentes efluentes tratados (ET; ETF) do campo controle (CC), e que a primavera foi à época que contribuiu com o maior aporte de matéria orgânica no solo.

CONCLUSÕES

A aplicação dos tratamentos com efluente de esgoto demonstrou efeitos positivos no incremento de matéria orgânica, que contribui positivamente para o aumento da saturação de bases e da CTC, repercutindo no aumento da acidez potencial do solo (H + Al).

O efluente de esgoto tratado aumenta a fertilidade do solo e pode ser utilizado na irrigação de grama esmeralda.

REFERÊNCIAS

ASANO, T.; MAEDA, M.; TAKAKI, M. Wastewater reclamation and reuse in Japan: overview and implementation examples. *Water Science and Technology*, Amsterdam, v. 34, p. 219-226, 1996.

BEZERRA, B. G.; FIDELIS FILHO, J. Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias. *Rev. Ciênc. Agron.*, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 339-345, jul-set, 2009

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Aplicação controlada de efluente tratado e lodo de esgoto no solo, para melhorar e incrementar a agricultura do semi-árido nordestino – Brasília, DF: Funasa, 2007. 120 p.: il.

BOUWER, H.; IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.113, p. 516-535, 1987.

CORRÊA, I. M. et al. Desempenho de motor diesel com mistura de biodiesel de óleo de girassol. *CiênciasAgrotécnicas*, Lavras, v. 32, n. 3, p. 923-928.

FALKINER, R.A.; SMITH, C.J. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. *Australian Journal of Soil Research*, Sidney, v.35, p.131-147, 1997.

Gharbi, L. T.; Merdy, P.; Lucas, Y. Effects of long-term irrigation with treated wastewater. Part II: Role of organic carbon on Cu, Pb and Cr behavior. *Applied Geochemistry* 25 (2010) 1711–1721.

REZENDE, A. A. P. Fertilização do Eucalipto com Efluente Tratado de Fábrica de Celulose Kraft Branqueada. 2003. 152p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SAMPAIO, EV.; SAMPAIO, T. Desertificação: Conceitos, causas, Conseqüências e Mensuração. FINEP; UFRPE, Maeço/2002.

SANTOS, ADAILTON CONCEIÇÃO DOS. Efeito da irrigação com efluente tratado de esgoto nos atributos do solo / Adailton Conceição dos Santos. Cruz das Almas-Ba, 2011.

Santos, A. P. R. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrófico cultivado com capim-Tifton. Piracicaba, 79 p. 2004.

SAS INSTITUTE INC. The SAS System for Windows (Statistical Analysis System). Cary, NC, USA, 1989 - 1996. V. 6.12.

Tabela 1. Atributos químicos dos solos após aplicação dos três tratamentos

Trat	pH		Ca	Mg	Al	Na	K	H+Al	SB	T	V	m	P	C	M.O
	H2O	KCl													
ETF	5.84a	4.86b	0.88a	0.43a	0.17b	0.31a	0.18a	1.79a	1.79a	1.96a	51.55a	8.83a	3.18a	7.58a	13.08a
ET	5.64b	5.00a	0.95a	0.48a	0.18b	0.26b	0.14b	1.64a	1.82a	2.00a	54.10a	8.95a	1.95b	8.13a	13.58a
CC	5.55b	4.57b	0.62b	0.40a	0.23a	0.20c	0.11c	1.88a	1.34b	1.56b	42.21a	15.25a	1.09c	6.94a	11.97a

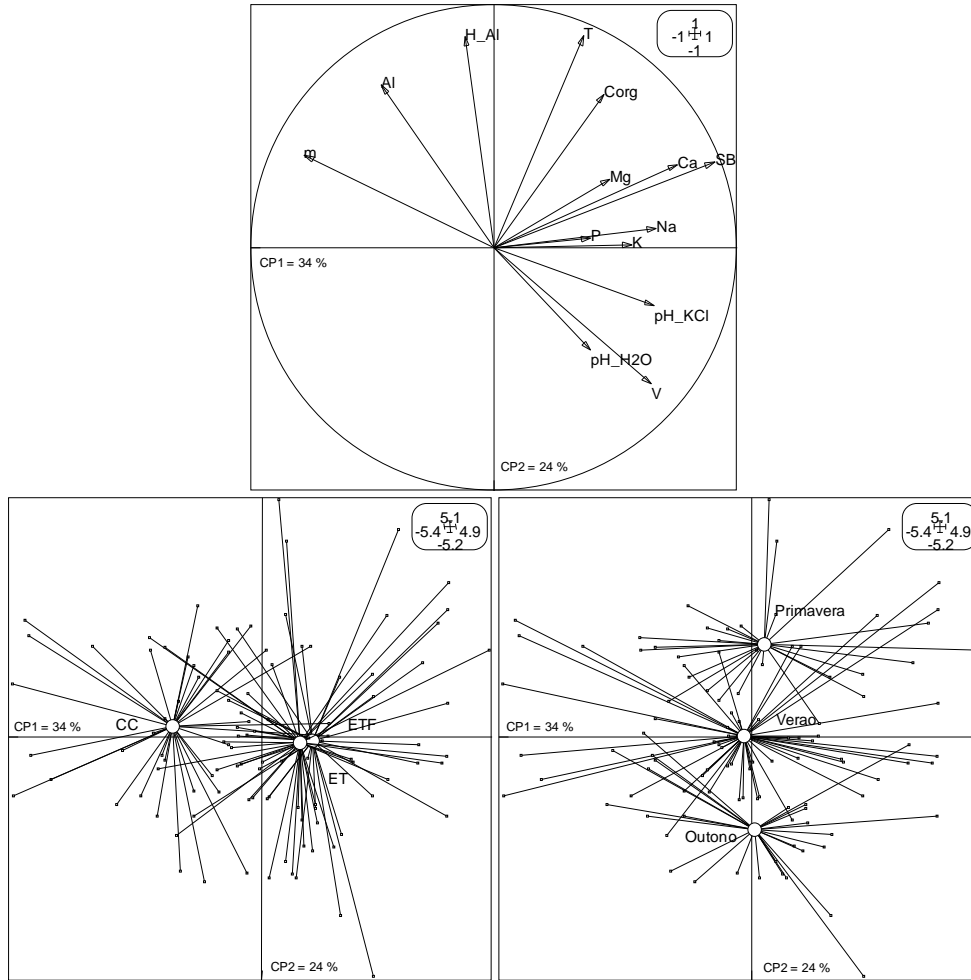


Figura 3. Análise de componentes principais (ACP).