



Atributos físicos do solo em área de disposição irregular de resíduos no Semiárido Potiguar⁽¹⁾.

Karina Patrícia Vieira da Cunha⁽²⁾; Cristiane Souza de Araújo⁽³⁾; Clístenes Williams Araújo do Nascimento⁽⁴⁾; Airon José da Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho desenvolvido durante o mestrado do segundo autor no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Natal, RN; cunhakpv@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária; Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Natal, RN; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal do Rural de Pernambuco; Recife, PE; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal de Sergipe; Aracajú, SE.

RESUMO: A disposição final de resíduos sólidos urbanos em áreas inadequadas, sem uma infraestrutura que atenda as medidas de proteção sanitária e ambiental, aliada a ausência de critérios técnicos na fase de operação e desativação do lixão pode promover à degradação ambiental. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar os atributos físicos do solo da cobertura final na área de um lixão desativado da região semiárida tropical a fim de auxiliar o processo de recuperação dessas áreas. A área de estudo está localizada no semiárido tropical no município de São João do Sabugi/RN. Foram coletadas amostras de solo na área de lixão e em mata nativa como padrão de referência de qualidade. Aos quais foram submetidas às análises dos atributos físicos: densidade de partículas, densidade do solo, granulometria e porosidade total. As diferenças entre os atributos físicos do solo sob a mata nativa e cobertura final demonstram redução da qualidade do solo na área desativada do lixão, o que compromete o desenvolvimento da vegetação nativa e a recuperação da área. As deficiências detectadas no processo construtivo da cobertura final apontam para a necessidade de intervenção visando acelerar o processo de estabilização da área e de recuperação do ecossistema local.

Termos de indexação: lixão, estabilização, recuperação de áreas degradadas.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios gerados aos municípios brasileiros pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) é o passivo ambiental deixado pelos lixões, que deverão ser obrigatoriamente desativados e direcionados a um programa de recuperação ambiental. De maneira geral, a desativação de lixões no Brasil tem sido acompanhada pelo simples encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e

abandono da área, o que amplia o risco ambiental dessas áreas.

Desta forma, atualmente tem-se voltados esforços no sentido de buscar medidas de controle que minimizem os futuros impactos ambientais e revertam os processos de degradação existentes nessas áreas (FEAM, 2010).

Levando em considerações critérios técnicos e financeiros, a remoção dos resíduos aterrados por décadas para o descarte em aterros sanitários é irrealista (Remon et al., 2005). Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes da disposição inadequadas de resíduos sólidos em lixões é a estabilização da área. A este respeito, a implantação de uma cobertura final seguida da revegetação tem sido apontada como uma alternativa eficaz, na medida em que cumpre um duplo objetivo, a recuperação ambiental e a melhoria visual das áreas altamente degradadas.

Apesar de não haver um consenso quanto aos critérios e composição da cobertura final de lixões desativados, sabe-se que essa visa minimizar o risco de contaminação ambiental ao promover a estabilização dos processos de degradação ocorridos, facilitando a recuperação da área.

Desta forma, salienta-se a importância do planejamento na etapa de construção da cobertura final. Para tanto é indispensável que o processo seja iniciado através da avaliação da qualidade do solo norteando a seleção de técnicas mais adequadas a serem adotadas na recuperação ambiental (Londe & Bitar, 2011). Diante deste contexto, o presente estudo objetivou avaliar os atributos físicos do solo na camada de cobertura final na área de um lixão desativado da região semiárida tropical a fim de auxiliar o processo de recuperação dessas áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de São João do Sabugi no estado do Rio Grande do Norte sob as coordenadas geográficas



latitude (-6,738) e Longitude (-37,210). A classe de solo é Luvissoilo Crômico (EMBRAPA, 1971). A região é caracterizada por clima semiárido tipo BsW'h'. Precipitação pluviométrica anual normal de 643,1 mm, sendo o período chuvoso compreendido entre fevereiro a abril. Com temperaturas anuais variando de 18 e 32°C. Apresenta como formação vegetal a Caatinga Hiperxerófila.

O lixão utilizado para a disposição de resíduos sólidos produzidos pelo município margeia um córrego efêmero e deságua no Riacho Salgado, afluente do Rio Sabugi. O local onde foram retiradas as amostras de solo foi desativado há 4 anos, e havia sido coberta pelo solo proveniente da escavação do horizonte C, enquanto as camadas dos horizontes superiores da área de empréstimo (mesmo local) (Figura 1) foram utilizadas para recobrir quinzenalmente os resíduos ao longo deste período. No momento da amostragem, foi detectada grande variabilidade na profundidade da camada de cobertura, em alguns pontos de amostragem os resíduos quando aterrados encontravam-se a menos de 10 cm de profundidade (Figura 2). Numa visão geral da área desativada era possível observar em alguns pontos resíduos expostos à superfície. Para o estudo também foi selecionada uma área de referência com vegetação nativa com pouca interferência antrópica e de mesma classe de solo em estudo.

Foram coletadas amostras deformadas de solos na profundidade de 0-20 e 20- 40 cm, em 10 pontos amostrais simples coletados em caminho percorrido no formato de zig-zag (EMBRAPA, 1999). Posteriormente, as 10 amostras simples de cada profundidade foram misturadas para retirada de uma amostra composta de aproximadamente 500g. Todo o procedimento foi repetido por três vezes visando à obtenção de três repetições para cada profundidade.

O solo foi seco ao ar, posteriormente destorroado e passado em peneira de 2 mm de abertura de malha para a retirada da terra fina seca ao ar (TFSA), a qual foi submetida a análises laboratoriais. Mesmo método foi adotado para coleta do solo da área de referência.

A densidade de partículas (Dp) foi determinada pelo método do balão volumétrico, densidade do solo (Ds) pelo método da proveta e granulometria pelo método da pipeta e classe textural pelo diagrama triangular simplificado (EMBRAPA, 1997). A porosidade total do solo (Pt) foi estimada pela equação: $[Pt = 1 - (Ds/Dp)]$ (EMBRAPA, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância

e comparação das médias pelo teste de teste Tukey ($p < 0,05$) (SAS v.8, 1999). Além da correlação de Pearson ($p < 0,05$). A análise de variância levou em consideração as fontes de variação: uso do solo (mata nativa e lixão) e profundidade (0 a 20 cm e 20 a 40 cm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo construído após o encerramento do lixão do município de São João do Sabugi/RN apresentou atributos físicos (Tabela 1) significativamente distintos do solo sob mata nativa. Os solos sob mata nativa e lixão apresentaram predominância da fração granulométrica areia com teores de até 847,57 g kg⁻¹, enquanto os teores da fração argila não ultrapassaram 169,23 g kg⁻¹, caracterizando a classe textural para mata nativa como areia franca e para o lixão como franco-arenosa (Tabela 1). A densidade do solo do lixão foi significativamente menor do que a densidade do solo na mata nativa (Tabela 1). A densidade de partículas, por sua vez, não sofreu alterações significativas entre as áreas de lixão e mata nativa. A porosidade total variou apenas entre a camada subsuperficial do solo sob mata nativa e lixão. Na subsuperfície, o solo do lixão apresentou maior porosidade que o solo da mata nativa (Tabela 1). Neste tocante, vale ressaltar a correlação negativa entre a porosidade total e a densidade do solo ($r = -0,96^{**}$) na área de lixão, mostrando que a medida que a porosidade aumentou a densidade do solo reduziu (Tabela 1).

Nos solos do semiárido, a predominância da fração areia e os valores de densidade de partículas refletem a mineralogia desses solos composta em grande maioria por fragmentos de rocha e minerais primários facilmente intemperizáveis derivados do material de origem. Essa condição é naturalmente esperada para solos do sertão devido aos baixos índices pluviométricos e alta evapotranspiração do semiárido (Araújo et al., 2010).

A redução da densidade do solo do lixão, possivelmente, decorreu do revolvimento sofrido durante a aplicação da camada de cobertura final sobre o maciço de resíduos, que resultou na quebra de agregados e na aeração do solo. Além, de que durante o processo construtivo pode ter ocorrido a homogeneização das camadas, fato que pode ser verificado pelo mesmo valor de densidade do solo entre as camadas superficiais e subsuperficiais no lixão. Concorre também para a redução da densidade



do solo, a possibilidade de adição da matéria orgânica pela decomposição dos resíduos sólidos dispostos no local, fatores que corroboram ao explicar os incrementos observados nos teores de carbono orgânico total no solo do lixão. Anikwe e Nowbodo (2002) também verificaram a redução de 9-13% da densidade do solo, aumentos de 9 a 14% na porosidade total de solo e aumentos de 701-743% no teor de matéria orgânica em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Se houvesse uma camada de impermeabilização superior na área que isolasse o maciço de resíduo da camada para revegetação, a redução da densidade do solo seria um resultado positivo uma vez oferece a redução da resistência ao crescimento radicular que facilitaria o desenvolvimento inicial da vegetação (Inda et al., 2010). Porém, sem a camada de impermeabilização superior, a redução da densidade e consequente aumento da porosidade, são fatores que podem aumentar o risco de difusão da contaminação em virtude de facilitarem a infiltração de água e aumento da geração de lixiviados, além da emissão de gases de efeito estufa. Bem como, pode indicar a desestruturação dos agregados ao tornar o solo friável, contribuindo para a suscetibilidade ao transporte de sedimentos da área, potencializando o solo como uma fonte de poluição difusa para os demais componentes da bacia hidrográfica, principalmente corpos d'água (Augustin & Viero, 2012).

Durante a amostragem do solo na área do lixão, foram observadas evidências de erosão tanto na mata nativa, localizada em cota superior ao lixão, como na área desativada do lixão. A presença de fragmentos de rocha e minerais polidos e arredondados na superfície do solo evidenciou o transporte de material o que agrava o risco de disseminação da contaminação pelo declive e pela proximidade de um corpo d'água, uma vez que o lixão está localizado dentro de uma bacia de drenagem. Tendo em vista que em alguns pontos de amostragem no lixão, principalmente na cota inferior, não era possível escavar mais do que 10 cm antes de alcançar o maciço de resíduo. Remom et al. (2005) estudaram as características do solo de um antigo aterro metalúrgico e relatam que a primeira característica visível da área de estudo foi a espessura desigual das camadas de solo ao longo de cada transecto. Com essa profundidade, não é possível implantar cobertura vegetal e/ou isolar os resíduos da área circunvizinha que sofre influencia direta desse tipo de uso do solo

(Augustin & Viero, 2012).

CONCLUSÕES

As diferenças entre os atributos físicos do solo sob a mata nativa e cobertura final demonstram redução da qualidade do solo na área desativada do lixão, o que compromete o desenvolvimento da vegetação nativa e a recuperação da área.

As deficiências detectadas no processo construtivo da cobertura final apontam para a necessidade de intervenção visando acelerar o processo de estabilização da área e de recuperação do ecossistema local.

REFERÊNCIAS

ANIKWE, M. A. N.; NWOBODO, K. C. A. Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for urban agriculture in Abakaliki, Nigeria. *Bioresource Technology*, 83: 241–250, 2002.

ARAÚJO, et al. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in Northeastern Brazil. *Revista Zoologia*, 27: 372-376, 2010.

AUGUSTIN P.V.& VIERO A. P. Environmental impact and geochemical behavior of soil contaminants from an industrial waste landfill in Southern Brazil. *Environmental Earth Sciences*. 67(5): 1521-1530, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. Fundação Israel Pinheiro, Belo Horizonte, 2010.

INDA et al. Atributos químicos relacionados ao processo de sulfurização em solos construídos após mineração de carvão. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40 (5): 1060-1067, 2010.

LONDE, P.R & BITAR, N.A.B. Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de

Minas (MG). Perquirere, Patos de Minas, 8 (2): .224-249, 2011.

REMOM, E., et al. Soil characteristics, heavy metal availability and vegetation recovery at a former metallurgical landfill: Implications in risk assessment and site restoration. *Environmental Pollution*, v.137, n.2, p.316-323, 2005.



Figura 1 - Área desativada do lixão em São João do Sabugi/RN coberta pelo solo proveniente da escavação de uma nova célula.



Figura 2 - Exposição de resíduos a poucos centímetros de profundidade no lixão em São João do Sabugi/RN coberta pelo solo proveniente

Tabela 1 – Atributos físicos do solo da camada de cobertura final no lixão desativado do município de São João do Sabugi/RN.

Área	Prof.	Dp	Ds	PT	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
Mata	0-20	2,70aA	1,66aA	38,38aA	847,57	67,00	85,42	Areia Franca
	20-40	2,63aA	1,68aA	36,15aB	818,41	65,72	115,87	Areia Franca
Lixão	0-20	2,67aA	1,50aB	43,81aA	733,33	97,44	169,23	Franco arenosa
	20-40	2,60aA	1,50aB	42,12aA	786,11	86,27	127,62	Franco arenosa

Letras minúsculas comparam profundidades e maiúsculas os usos do solo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si. (p<0,05)