



## Qualidade do solo de cobertura do lixão desativado no município de Currais Novos-RN<sup>(1)</sup>.

Giovana de Oliveira Alves<sup>(2)</sup>; Hugo Vítor da Costa André<sup>(3)</sup>; João Manoel Dantas de Andrade<sup>(2)</sup>; Karina Patrícia Vieira da Cunha<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Coordenação em Engenharia Ambiental/UFRN <sup>(2)</sup> Mestrando em Engenharia Sanitária. Estudante; Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); Natal, Rio Grande do Norte. [giovanaoalves@gmail.com](mailto:giovanaoalves@gmail.com); <sup>(3)</sup> Engenheiro Ambiental; UFRN; <sup>(4)</sup> Professora; Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**RESUMO:** A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no solo pode provocar redução na sua qualidade e comprometer a qualidade dos componentes da bacia hidrográfica. As medidas adotadas para o encerramento dos lixões quando não atendem aos requisitos legais tende a negligenciar a composição da camada de solo de cobertura. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade do solo de cobertura do lixão desativado no município de Currais Novos, no Estado do Rio Grande do Norte, com fins de se obter embasamento científico para a aplicação de técnicas de recuperação da área degradada. Para alcançar este objetivo, amostras de solo foram coletadas no lixão desativado como também em área adjacente de referência na mata nativa para realização de análises de atributos físicos e químicos. Os atributos físicos analisados foram densidade de partículas, densidade do solo, porosidade total e granulometria; e os químicos foram pH, cátions trocáveis; acidez potencial, fósforo disponível; matéria orgânica; soma de bases, CTC potencial e efetiva, saturação por bases, por alumínio, por sódio e carbono orgânico. Os dados foram submetidos à estatística descritiva, análises de variância e testes de médias. As diferenças entre os atributos físicos e químicos do solo sob a mata nativa e o solo de cobertura final demonstraram redução da sua qualidade na área do lixão, o que compromete o desenvolvimento da vegetação nativa e a recuperação da área e evidencia a necessidade de intervenção antrópica para aplicação de técnicas adequadas a sua recuperação.

**Termos de indexação:** resíduos sólidos, degradação do solo, sistema de cobertura final de aterro.

### INTRODUÇÃO

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos causa impactos negativos ao ambiente e degrada o solo ao receber diretamente os resíduos sem medidas de proteção sanitárias e ambientais adequadas. Com isso, ao considerar o solo um

sistema aberto e dinâmico, após atingir o solo, a contaminação pode ser difundida entre os demais componentes da bacia hidrográfica, dessa forma, exerce a função de fonte difusa de contaminação.

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei 12.305/10) prever a obrigatoriedade da extinção e recuperação ambiental dos lixões e aterros controlados (Brasil, 2010), até o presente, o Estado do Rio Grande do Norte possui apenas dois aterros sanitários para atenderem a demanda regional com as devidas medidas de proteção sanitária e ambiental.

Como bem argumentado por Remon et al. (2005) quando se leva em consideração critérios técnicos e financeiros, a remoção dos resíduos aterrados por décadas para o descarte em aterros sanitários é irrealista. Para minimizar os impactos decorrentes da disposição inadequadas de resíduos sólidos em lixões deve-se buscar a estabilização da área. A este respeito, a implantação de uma cobertura final pode ser uma alternativa eficaz, uma vez que, cumpre um duplo objetivo, a recuperação ambiental e a melhoria visual de áreas altamente degradadas (Remon et al., 2005). Apesar de não haver um consenso quanto aos critérios construtivos e a composição da cobertura final de lixões desativados, sabe-se que essa visa reduzir o risco de contaminação ambiental (Araújo, 2014).

Nesse contexto, percebendo a importância de lixões na salubridade do meio, e devido a sua capacidade de gerar condições propícias para proliferação de vetores e doenças, as áreas de lixão devem ser investigadas para aferir os seus impactos e formar um banco de dados para fins de gestão urbana e ambiental, além de privilegiar a implantação de técnicas adequadas para sua recuperação. Sendo assim, este trabalho objetivou analisar a qualidade ambiental do solo no lixão desativado do município de Currais Novos (RN), visando auxiliar o processo de recuperação dessas áreas, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### MATERIAL E MÉTODOS



A área de estudo está localizada no município de Currais Novos, situado na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Oriental, limitando-se com os municípios de Lagoa Nova, Cerro Corá, Acari, Campo Redondo, São Vicente e São Tomé e com o Estado da Paraíba, com área territorial de 864,349 km<sup>2</sup> e população estimada para 2014 de 44.710 habitantes.

A área de estudo é o lixão desativado há nove anos e foi utilizado para disposição de resíduos por cerca de 50 anos. Situado sob as coordenadas geográficas 6°16'47.50" de latitude Sul e 36°31'7.35" de longitude Oeste (Zona 24 M). Utilizou-se uma área de mata nativa próxima com mesma classe de solo para se comparar os resultados das análises realizadas em laboratório.

A região possui um clima descrito pela classificação de Köppen (1928) como do tipo BSw'h' (Estepe). O solo da área estudada é do tipo Neossolo Litólico (EMBRAPA, 1971).

Para a realização da análise dos atributos físicos e químicos do solo foi realizada a coleta das amostras deformadas de solo na profundidade de 0 – 20 cm para formar uma amostra composta de aproximadamente 500 g. Tal procedimento foi repetido três vezes, formando caminhos diferentes visando à coleta de 3 repetições.

No local de análise, o solo foi seco ao ar, destorroado, passado em peneira de 2 mm de abertura de malha para a retirada da terra fina seca ao ar (TFSA) e submetido a análises químicas e físicas (EMBRAPA, 1999).

Para a área de estudo foi selecionada uma área controle que apresentou vegetação nativa com pouca ou nenhuma interferência antrópica e mesma classe do solo em estudo. Então foi aplicado o mesmo método de coleta das amostras deformadas descrito anteriormente.

Na avaliação dos atributos físicos foram determinadas a densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico; densidade do solo (Ds) pelo método da proveta; granulometria pelo método da pipeta e Diagrama Triangular simplificado (EMBRAPA, 1997). A porosidade total do solo (Pt) foi determinada pela equação:  $Pt = 1 - (\text{densidade do solo} / \text{densidade de partículas do solo})$  (EMBRAPA, 1997).

Os atributos químicos analisados foram: pH em água na relação 1:2,5 (solo:solução); K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> trocáveis por fotometria de emissão de chama após extração com acetato de amônio (1 M); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis por espectrofotometria de absorção atômica após extração com acetato de amônio (1 M); e Al<sup>3+</sup> trocável por titulação após extração com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; acidez potencial/H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> por titulação após extração com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0; fósforo (P) disponível por colorimetria

após extração com extrator Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997; EMBRAPA, 2009). A partir dos resultados obtidos do complexo sortivo, foram calculados os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (CTCp), saturação por bases (V) e saturação por sódio (PST). O carbono (C) orgânico será determinado pelo método de Walkley-Black modificado (Silva *et al.*, 1999). A matéria orgânica será estimada através do produto do valor de carbono orgânico por 1,724, considerando que o húmus contém aproximadamente 58% de carbono (EMBRAPA, 1999).

Posteriormente, foram efetuadas análises de variância e comparação das médias pelo teste de Fischer (P>0,05), além da correlação de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises dos resultados foi possível observar diferenças entre os atributos físicos do solo do lixão e da mata nativa (**Tabela 1**). Apesar da diferença entre classes texturais, as duas áreas apresentam solo com característica arenosa (**Tabela 1**). A textura arenosa do solo do lixão facilita a produção de percolados e liberação de gases de efeito estufa e reafirma a importância da implantação de um sistema de cobertura final que contemple também a formação de uma camada de impermeabilização.

Os atributos químicos Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e P apresentaram aumento significativos para o solo do lixão com relação ao solo da mata nativa (**Tabela 2**).

No solo do lixão, o aumento da MO do solo esteve correlacionado positivamente com SB ( $r = 0,98^{**}$ ), CTCp ( $r = 0,98^{**}$ ), V ( $r = 0,97^{**}$ ) e P ( $r = 0,94^{**}$ ), indicando ser a matéria orgânica presente nos resíduos sólidos a principal fonte de incremento nos indicadores químicos do solo.

O Ca<sup>2+</sup> também apresentou correlação positiva com SB ( $r = 0,99^{**}$ ) e CTCp ( $r = 0,99^{**}$ ), revelando a influência desse elemento alcalino terroso na elevação desses atributos, visto que no lixão ele foi a base trocável que esteve em maior concentração no complexo sortivo do solo.

Observa-se que a maior taxa de aumento foi para o fósforo (P), isso reflete a necessidade de atenção quanto à erosão e lixiviação, visto que esse componente pode ser carregado para os corpos d'água da região e contribuir para a eutrofização (Araújo, 2014). Portanto, a estabilização física da área e a revegetação também devem ser realizadas com fins de se evitar esse dano ambiental.

Como a disposição de resíduos foi praticada por aproximadamente 50 anos, houve aumento nos teores de C orgânico. Houve também aumento dos atributos químicos do solo, resultante da carga de matéria orgânica depositada diariamente no local



durante o período que esteve em funcionamento. O menor valor de densidade de partículas para o solo do lixão (**Tabela 1**) pode ser decorrente do aporte de partículas sólidas mais leves, como a matéria orgânica.

A caracterização química dos solos revelou que as amostras da mata nativa e do lixão apresentaram pH alcalino, com preponderância dos íons hidroxila sobre os íons de hidrogênio, com resultados de 7,63 e 7,29, respectivamente.

Devido ao contato direto entre solo de cobertura e resíduos e sabendo-se que o solo utilizado para a cobertura do maciço de resíduos era proveniente da própria escavação das áreas do entorno, ocorreu a diminuição do pH devido a adubação decorrente da decomposição da fase da matéria orgânica biodegradável, mas manteve-se alcalino.

O resultado do pH da solução do solo era esperado para solos do semiárido, com baixos índices de precipitação, o que acarreta menor atividade do intemperismo químico pela escassez de água, facilitando apenas a ocorrência de intemperismo físico, portanto, são solos pouco desenvolvidos, compreendidos como solos jovens.

A presença das bases trocáveis é de grande relevância para o estudo da cobertura final de lixões. O aumento da CTC é resultado do aumento dos nutrientes retidos no solo e de cátions trocáveis.

Foi observado na região a ocorrência de queima dos resíduos sólidos, portanto, o aumento no teor de matéria orgânica do solo dos lixões e dos nutrientes pode ser potencializado pela queima além da influência da composição química dos resíduos. Essa prática permite a liberação rápida dos nutrientes no solo e suscetibilidade às perdas por erosão (Redin *et al.*, 2011). Além disso, o solo não consegue absorver estes nutrientes completamente e por possuir caráter dinâmico tende a distribuir estes nutrientes por toda a bacia hidrográfica.

No tocante a classificação química, o solo da mata nativa bem como o solo do lixão foram enquadrados como eutróficos ( $V (\%) > 50\%$ ), esperado para solos com presença de minerais primários facilmente intemperizáveis (Araújo, 2014), não sódicos ( $PST (\%) < 15\%$ ) e não-álidos ( $m < 50\%$ ) (**Tabela 2**). No entanto, diferiram estatisticamente pela adição significativa de nutrientes, enriquecendo o solo e aumentando o  $V\%$ , dentre eles os cátions trocáveis, o que influencia na soma de bases (SB) e na Capacidade de Troca Catiônica potencial (CTC potencial).

Visando a estabilização da área, além da camada de impermeabilização, o sistema de cobertura final deve conter uma camada de solo que garanta o crescimento da vegetação (Bozkurt *et al.*, 2001). A seleção de matérias para a composição dessa camada de solo exige conhecimentos e técnicas

especializadas tal como a construção da camada de impermeabilização, não devendo ser negligenciada, uma vez que põe risco a eficiência do programa de recuperação da área degradada.

## CONCLUSÕES

A redução da qualidade do solo na área do lixão desativado foi evidenciada pelas diferenças significativas entre os atributos químicos do solo na mata nativa e o solo da cobertura final, comprometendo a capacidade de revegetação e recuperação da área degradada.

A redução de qualidade e a ausência de impermeabilização da cobertura final apontam para a necessidade de intervenção visando acelerar o processo de estabilização da área e de recuperação do ecossistema local.

Sugere a investigação dos teores de metais pesados que é essencial e deve ser realizada em estudos futuros, visto que os resíduos depositados eram de natureza doméstica, comercial e industrial.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pela concessão da bolsa a primeira autora e à EMPARN pela disponibilidade de realizarmos as análises em seus laboratórios.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. S. de. Qualidade do solo da camada de cobertura final em área de disposição de resíduos no semiárido tropical. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária – PpgES, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2014. 43p

BOZKURT, S.; SIFVERT, M.; MORENO, L. NERETNIEKS, I. The long-term evolution of and transport processes in a self-sustained final cover on waste deposits. The Science of the Total Environment. Vol. 271, p 145-168, 2001.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Levantamento Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Currais Novos/RN, 1971. Escala: 1:500.000. Disponível em: <

<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/rn/curraisnovos.pdf>> Acesso em 04 dez. 2014.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

KÖPPEN, W. & GEIGER, R. (1928). Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

REDIN, M. et al. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Ciência Florestal, Santa Maria, v.21, n.2, p.381-392, 2011.

REMON, 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.

SAS Institute. Statistical analysis system: Procedure guide for personal computer. Version 8. Cary, 1999.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JUNIOR, J. S. Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. Revista Universidade Alfenas, V.5, p. 21-26, 1999.

**Tabela 1 - Atributos físicos do solo da camada de cobertura final do lixão desativado comparado à área de referência de qualidade na mata no município de Currais Novos/RN.**

Ambiente	Ds	Dp	Pt	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
	g.cm <sup>-3</sup>	g.cm <sup>-3</sup>	%		g kg <sup>-1</sup>		
Mata Nativa	1,49	2,91	48	743	101	157	Franco arenosa
Lixão	1,22	2,07	40,97	841	139	20	Areia Franca

Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partículas; Pt = Porosidade total

**Tabela 2 - Atributos químicos do solo da camada de cobertura final do lixão desativado comparado à área de referência de qualidade sob mata no município de Currais Novos/RN**

Ambiente	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTCp	V	PST	MO	P
		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>						%		g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
Mata Nativa	7,63a	3,27b	4,40a	0,02b	0,03b	7,71b	10,09b	76,39b	0,21b	36,59b	10,29b
Lixão	7,29b	25,99a	3,90a	0,37a	1,97a	32,23a	32,23a	100,00a	1,14a	87,08a	772,36a

Variáveis: SB = Soma de bases; CTC<sub>p</sub> = Capacidade de troca de cátions potencial; PST = Saturação por sódio; V = Saturação por bases; MO = Matéria orgânica. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de F a 5 %