

Eixo Temático ET-04-004 - Recuperação de Áreas Degradadas

## **AValiação DA QUALIDADE DO SOLO PARA FINS DE RECUPERAÇÃO DE LIXÃO DESATIVADO NO AGRESTE POTIGUAR**

Amanda Cristina Soares Ribeiro<sup>1</sup>, Vinícius Cortês Bezerra do Vale<sup>1</sup>,  
Rayane Dias da Silva<sup>1</sup>, Karina Patrícia Vieira da Cunha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Curso de Engenharia Ambiental – RN. E-mail: amandacsribeiro@hotmail.com.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Civil – RN. E-mail: cunhakpv@yahoo.com.br.

### **RESUMO**

A disposição final de resíduos sólidos urbanos em lixões a céu aberto consiste numa prática irregular e ilegal, embora seja a forma prevalecente de disposição final na maioria dos estados brasileiros. Sem critérios técnicos e medidas de proteção sanitária e ambiental, os lixões, mesmo após a sua desativação, são áreas degradadas que necessitam ser encaminhadas a programas de recuperação ambiental. Por meio da avaliação da qualidade do solo de lixões desativados é possível diagnosticar suas características e, com base nisso, propor medidas de recuperação adequadas às áreas que foram afetadas. A recuperação dessas áreas objetiva tornar as condições do solo as mais próximas do habitat natural. Nesse caso, a revegetação é a técnica que vem sendo mais aplicada nesses ambientes, visando a fitoestabilização da área. Neste contexto, o presente estudo teve como finalidade realizar um diagnóstico do lixão desativado do município Nova Cruz/RN. Para tanto, foi realizada vistoria da área, além da coleta de amostras de solo do lixão e de uma área vizinha sob vegetação nativa que foram submetidas a análise de atributos físicos e químicos do solo. Os dados foram submetidos a análises descritiva para obtenção das médias, desvio padrão e valores mínimos e máximos de cada área. A disposição inadequada de resíduos sólidos resulta na degradação ambiental e redução da qualidade do solo, comprometendo o desenvolvimento da vegetação nativa, havendo a necessidade de intervenção para acelerar o processo de estabilização da área e de recuperação do ecossistema local.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos; Qualidade ambiental; Recuperação de área degradada.

### **INTRODUÇÃO**

Visto que a geração de resíduos sólidos representa um grande problema nos dias atuais devido ao consumo desenfreado que é crescente a cada dia, é importante tentar reduzir, reutilizar ou reciclar tais resíduos. Apenas em último caso, deve-se optar pela disposição final de forma ambientalmente adequada, em aterros sanitários. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) publicada em agosto de 2010, proíbe a disposição de resíduos sólidos em lixões e exige a recuperação de lixões desativados (BRASIL, 2010). Porém, mesmo antes da PNRS, a Lei de Crimes Ambientais de 1998 trazia a irregularidade da disposição de resíduos em lixões a céu aberto, caracterizando essa prática como crime ambiental, uma vez que em lixões a disposição ocorre em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos (BRASIL, 1998). Embora, legalmente, não consista em uma forma correta, no Brasil ainda é comum a disposição de resíduos sólidos a céu aberto em 50,8% dos municípios (IBGE, 2011), estando em desacordo com as leis citadas. A disposição em lixões é feita com a simples descarga dos resíduos sólidos sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, o que contribui para o aumento dos riscos de contaminação do solo, das águas e do ar através do contato com o chorume, líquido contaminante produzido pela decomposição dos resíduos sólidos orgânicos. Na grande maioria das áreas a desativação tem sido acompanhada pelo simples encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. Desta forma, devem-se buscar medidas de controle que

minimizem os futuros impactos ambientais e revertam os processos de degradação existentes (FEAM, 2010). No Rio Grande do Norte, segundo dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), em 2012 foram identificadas 177 áreas caracterizadas como lixões, os quais recebiam 98,55% dos resíduos sólidos do estado, enquanto apenas 1,45% tinham como disposição final os aterros sanitários (SEMARH, 2012). Um dos municípios norte-rio-grandenses que fazia a disposição em lixão sem medidas de proteção sanitária e ambiental era Nova Cruz, sendo importante, atualmente, fazer a caracterização da área para saber a necessidade de adotar soluções de remediação do ponto de vista ambiental, sanitário e socioeconômico com o intuito de evitar possíveis impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos.

## OBJETIVO

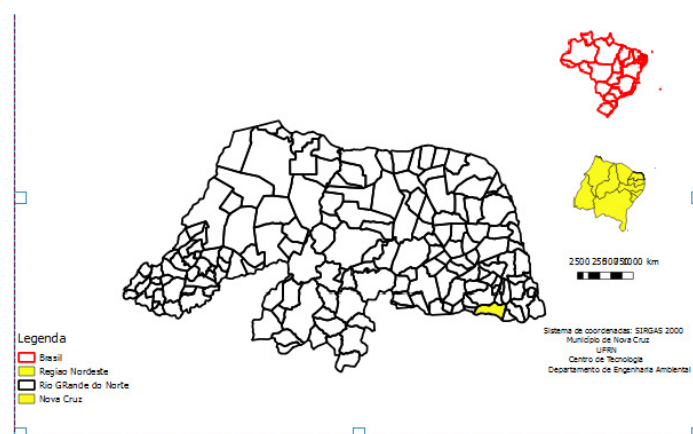
O presente estudo tem como objetivo avaliar como a disposição inadequada de resíduos sólidos interfere nas características naturais do solo, comparando a qualidade do solo em uma área de lixão desativado ao solo de uma área sob mata nativa no município de Nova Cruz/RN. Além disso, tem-se o objetivo de vistoriar e fazer avaliação técnica da área utilizada pelo município para a disposição inadequada de resíduos sólidos identificando os processos de degradação ambiental ocorridos a fim de que se estabeleçam as medidas necessárias para adequação a PNRS, bem como para a recuperação ambiental da área.

## METODOLOGIA

### Área de Estudo

A área de estudo está situada no município de Nova Cruz, no Agreste Potiguar sob as coordenadas 6°28'41'' de latitude sul e 35°26'02'' de longitude oeste, na altitude de 73 m acima do nível do mar, limitando-se com os municípios de São Antônio, Várzea e Espírito Santo a Norte, com o estado da Paraíba a Sul, com Montanhas e Pedro Velho à Leste, e com Lagoa D'Anta e Passa e Fica a Oeste. Localiza-se a 93 km de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, e a rota de acesso entre estes municípios dá-se por meio das rodovias pavimentadas BR-101 e RN-160.

Segundo dados do Censo demográfico de 2010 (IBGE, 2014), a população estimada de Nova Cruz para 2013 era de 37 395 habitantes, sendo o 12° município mais populoso do RN. Sua densidade demográfica é de 134,68 hab./km<sup>2</sup> e a unidade territorial possui uma área de 277,66 km<sup>2</sup>, o equivalente a 0,53% da superfície estadual (IBGE, 2014).

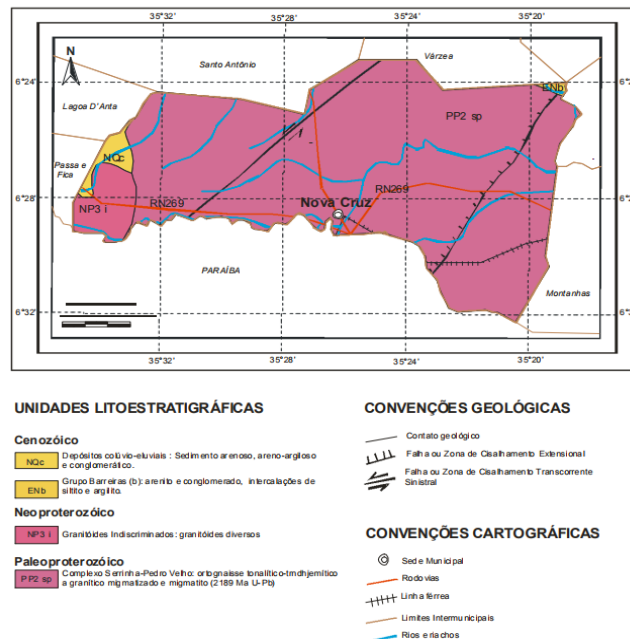


**Figura 1.** Mapa de Localização do Município de Nova Cruz/RN. Fonte: elaborado por Silva. R. D., 2017.

A vegetação do município de Nova Cruz é composta pela Floresta Subcaducifólia, que é caracterizada pela queda das folhas das árvores durante o período seco, e a Caatinga Hipoxerófila, vegetação de clima semi-árido, apresentando arbustos e árvores com espinhos e de

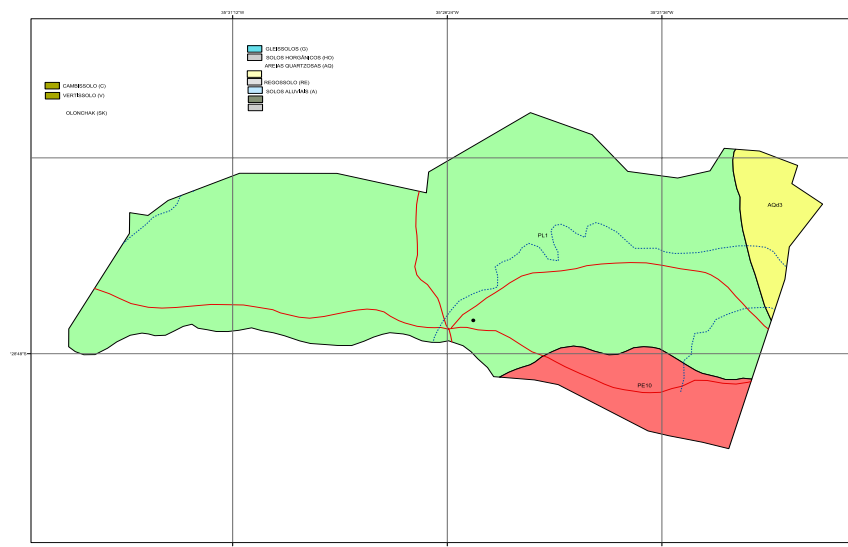
aspecto menos agressivo do que a Caatinga Hiperxerófila. Entre outras espécies destacam-se a catingueira, angico, braúna, juazeiro, marmeleiro, mandacaru, umbuzeiro e aroeira.

Quanto a sua geologia, o município está inserido na Província Borborema, a qual constitui-se por litótipos do Complexo Serrinha-Pedro Velho, por granitóides diversos indiscriminados e por depósitos colúvio-eluviais, como mostra a Figura 2. O Complexo Serrinha-Pedro Velho engloba ortognaisses, migmatitos e granitos mimetizados, enquanto que os depósitos colúvio-eluviais, são predominantemente constituídos por sedimentos arenosos a areno-argilosos, por vezes conglomeráticos (CPRM, 2005).



**Figura 2.** Mapa Geológico de Nova Cruz/RN. Fonte: CPRM, 2005

Os tipos de solos presentes no município são: Planossolo Háplico Sáfico e o Argissolo Vermelho Amarelo. Na área do lixão, o solo pertence à classe Planossolo, que possui fertilidade natural alta, textura arenosa e argilosa, relevo suave ondulado, e são imperfeitamente drenados e rasos (EMBRAPA, 1971).



**Figura 3.** Mapa de Solo do município de Nova Cruz - RN. Fonte: EMBRAPA, 1971

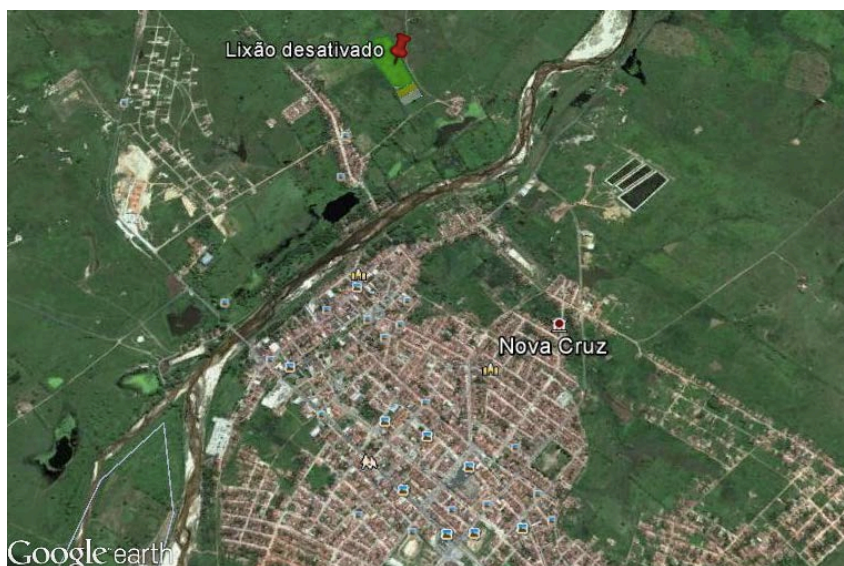
A área do lixão desativado foi utilizada pela prefeitura por aproximadamente 6 anos (1994-2000) para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município. A disposição irregular de resíduos no terreno de sua propriedade iniciou após a formação de cavas derivadas da extração de piçarra para a construção de estradas na região. A extração foi realizada sem qualquer tipo de licença ou autorização do órgão ambiental. A localização geográfica do lixão desativado é 6°27'59.21" de latitude sul e 35°26'5.27" de longitude oeste (Figura 4), com uma elevação de aproximadamente 37 metros em relação ao nível do mar. Na figura 4, é possível verificar a distância entre a área de disposição irregular e a área urbana.

Durante o período em que o lixão esteve ativo, sua área foi dividida em 3 (três) partes (Figura 5) sem ter um padrão, utilizando-se de uma nova área apenas quando não havia mais espaço na outra.

### Amostragem e Análise do Solo

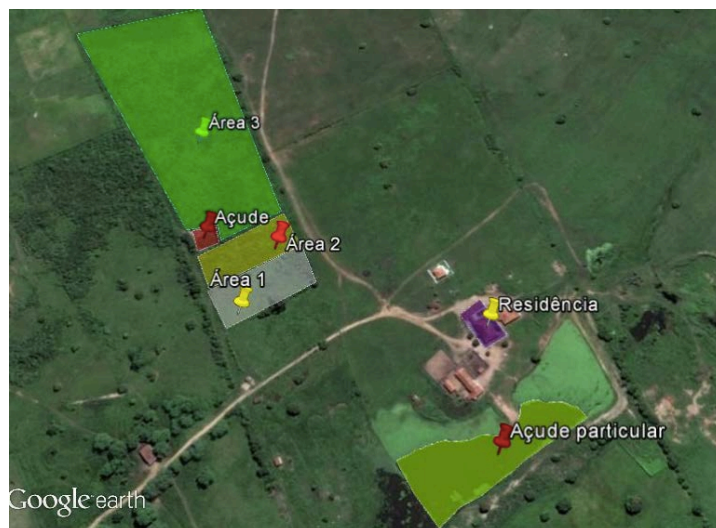
Foram realizados na área registros fotográficos das áreas vistoriadas e escavações aleatórias até 40 cm de profundidade, a fim de verificar a existência e/ou composição do sistema de cobertura final implantado na área.

Para o estudo foram selecionadas duas áreas para retiradas de amostras do lixão e uma área de vegetação nativa com pouca interferência antrópica de mesma classe de solo em estudo para servir de referência quanto à qualidade do solo. A primeira área de coleta do lixão foi composta pela área 1 e 2 e a segunda área de coleta foi composta pela área 3. Essa divisão foi realizada a partir de informações do histórico de uso. As áreas 1 e 2 receberam resíduos sólidos urbanos, enquanto a área 3 recebia também resíduos hospitalares que eram incinerados no local, antes de serem aterrados. No lixão desativado, para cada uma das áreas selecionadas, houve a coleta de 3 amostras compostas, formadas por 10 amostras simples, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, totalizando 12 amostras para análise. Para o solo de mata nativa foi feita a coleta de 3 amostras compostas, formadas por 10 amostras simples, nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, totalizando 6 amostras para análise.



**Figura 4.** Localização da área do lixão desativado de Nova Cruz-RN. Fonte: Adaptada do Google Earth Pro, 2015.





**Figura 5.** Localização e Subdivisão da área do lixão desativado do município de Nova Cruz-RN. Fonte: Adaptada do Google Earth Pro, 2015.

As amostras de solo do lixão e da área nativa foram secas e destorroadas, passadas em peneira de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) e, posteriormente, submetidos a análises laboratoriais para avaliação dos atributos físicos (densidade do solo, densidade de partículas, e porosidade) e químicos (pH e condutividade elétrica).

A densidade de partículas ( $D_p$ ) foi determinada pelo método do balão volumétrico, a densidade do solo ( $D_s$ ) pelo método da proveta, o pH e a condutividade (CE) por meio de medição no pHmetro e condutivímetro, respectivamente, e a porosidade total do solo (PT) foi estimada pela equação:  $[Pt = 1 - (Ds/ Dp)]$  (EMBRAPA, 1997;EMBRAPA, 1999).

#### **Análise estatística dos dados**

Os dados dos atributos físicos e químicos dos solos amostrados foram analisados com a aplicação da estatística descritiva (SAS v.8, 1999). A correlação linear de Pearson foi realizada para evidenciar a proporcionalidade entre variáveis do solo, quando desejado demonstrar e discutir a relação entre elas (SAS v.8, 1999).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Área destinada pelo município a disposição final de seus resíduos foi desativada sem que houvesse a implantação de um sistema de cobertura final. Essa constatação mostra uma inconformidade da área em relação aos aspectos legais (ABNT, 1997; BRASIL, 2010; MMA, 2011). De acordo com a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) por ocasião do encerramento da operação do lixão devem ser tomadas medidas de forma a minimizar ou evitar a liberação de líquido percolado contaminado e gases para as águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais e para a atmosfera. E em nota traz a exigência de que todas as obras para o total encerramento da instalação devem ser realizadas até no máximo seis meses após o recebimento da última carga de resíduos. No lixão desativado de Nova Cruz/RN, a última carga de resíduos foi recebida a 15 anos atrás, sem que qualquer obra de encerramento tenha sido instalada na área até o presente. Apesar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos exigir metas para recuperação de áreas de disposição irregular de resíduos sólidos, tais como: a captação de gases, coleta do chorume, drenagem pluvial, compactação da massa, e por fim a implantação de um sistema de cobertura final (MMA, 2011), essas estão distantes da realidade dos municípios de pequeno porte. Essa distância fica ainda mais evidente quando se leva em consideração que a maioria dos municípios tem além do lixão em atividade atual, outros que foram encerrados e abandonados, e que deverão ser recuperados. No caso dos municípios de pequeno porte e que possuem poucos recursos técnicos e financeiros. A implantação de um sistema de cobertura final nessas áreas e a

estabilização pela revegetação parece mais viável e realista do ponto de vista, técnico, ambiental e financeiro. Porém, para que o lixão seja revegetado visando sua fitoestabilização é necessária a avaliação de atributos do solo que poderão revelar que características do solo foram alteradas e assim nortear o processo de planejamento da recuperação. Não há como revegetar e esperar bons índices de cobertura vegetal sem que o solo tenha sido recuperado.

Neste tocante, as análises realizadas para os solos área de lixão desativado em comparação ao solo da mata nativa demonstraram que os solos do lixão se distanciaram das características naturais evidenciando processo de degradação ambiental a serem sanados antes da revegetação (Tabela 1). O solo do lixão apresentou aumentos do pH, condutividade elétrica (CE) e porosidade total em relação aos solos de mata nativa (Tabela 1). Enquanto o solo da mata nativa apresentou reação ácida, os solos do lixão tiveram reação alcalina. Isso mostra que com a substituição da mata nativa pelo lixão houve mudanças no complexo de troca do solo, que passou a ser ocupado por sais, o que pode explicar o aumento da CE.

O aumento da porosidade total (PT) foi acompanhado da redução da densidade de partículas (Dp) e da densidade do solo (Ds) (Tabela 1). Vale salientar que tanto a Dp como a PT apresentaram maiores desvios padrão na área 1 do lixão, o que pode indicar maior heterogeneidade desses solos devido ao uso para cultivo agrícola que é baseado no revolvimento que causa grandes variações. Esse revolvimento também é a causa do aumento da PT e redução da Ds. A redução na Dp pode ser explicada pela incorporação de resíduos orgânicos em áreas de lixões.

Diversos estudos apontam a erosão hídrica e eólica, revolvimento do substrato de cobertura, sobrecarga de sais, de nutrientes e matéria orgânica, além da contaminação por metais pesados como os processos de degradação mais presentes em área de lixões como consequência da disposição irregular de resíduos sólidos no solo (Pastor e Hernández, 2012; Araújo, 2014; Ali et al., 2014; Alves, 2016).

**Tabela 1.** Atributos físicos e químicos dos solos de mata nativa e de lixão para a camada de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm.

Ambiente	pH	CE	Dp	Ds	PT
	1:2,5	$\mu\text{S cm}^{-1}$	$\text{g cm}^{-3}$	$\text{g cm}^{-3}$	%
0 – 20 cm					
<b>Mata Nativa</b>	$4,99 \pm 0,24$ (4,77 – 5,24)	$414,67 \pm 78,81$ (360,00 – 505,00)	$2,96 \pm 0,18$ (2,85 – 3,17)	$1,53 \pm 0,04$ (1,48 – 1,56)	$48,06 \pm 4,63$ (45,17 – 53,40)
<b>Lixão Área 1</b>	$7,72 \pm 0,27$ (7,41 – 7,91)	$693,67 \pm 122,53$ (563,00 – 806,00)	$3,04 \pm 0,23$ (2,82 – 3,28)	$1,28 \pm 0,02$ (1,26 – 1,30)	$57,82 \pm 3,75$ (53,83 – 61,27)
<b>Lixão Área 2</b>	$7,65 \pm 0,24$ (7,47 – 7,92)	$716,33 \pm 171,26$ (520,00 – 835,00)	$2,79 \pm 0,05$ (2,73 – 2,83)	$1,36 \pm 0,03$ (1,33 – 1,39)	$51,04 \pm 0,54$ (50,43 – 51,45)
20 – 40 cm					
<b>Mata Nativa</b>	$4,61 \pm 0,08$ (4,52 – 4,66)	$136,67 \pm 19,14$ (121,00 – 158,00)	$2,93 \pm 0,14$ (2,85 – 3,10)	$1,52 \pm 0,02$ (1,50 – 1,54)	$48,14 \pm 1,74$ (46,79 – 50,11)
<b>Lixão Área 1</b>	$8,15 \pm 0,04$ (8,11 – 8,18)	$332,00 \pm 29,46$ (298,00 – 350,00)	$2,90 \pm 0,35$ (2,59 – 3,28)	$1,26 \pm 0,05$ (1,22 – 1,31)	$56,33 \pm 5,17$ (53,03 – 62,29)
<b>Lixão Área 2</b>	$8,13 \pm 0,07$ (8,06 – 8,20)	$371,67 \pm 75,88$ (290,00 – 440,00)	$2,97 \pm 0,31$ (2,70 – 3,30)	$1,32 \pm 0,07$ (1,28 – 1,40)	$55,18 \pm 2,55$ (52,18 – 57,61)

Fonte: próprio autor.

Mesmo após 15 anos de desativação, foram encontrados resíduos domiciliares, bem como resíduo hospitalar (Área 3 - Figura 5) exposto na superfície do solo. Devido ao seu elevado potencial contaminante e infectante, essa disposição inadequada propicia um sério risco a população e aos animais que vivem próximo a essa área. De acordo com a Resolução CONAMA 358/2005 é terminantemente proibido descartar resíduos hospitalares no lixão como foi o caso do lixão desativado de Nova Cruz-RN.

Na área 1 do lixão, o solo é cultivado desde o período em que o lixão estava em atividade. Nessa área, são realizados cultivos de espécies agrícolas como: feijão verde e jerimum mesmo sem um sistema de impermeabilização ou um aterramento adequado dos resíduos. É possível visualizar as raízes crescendo no solo com resíduos plásticos e metálicos (Figura 6), que ao disponibilizar contaminantes para o solo podem propiciar a entrada desses na cadeia trófica ocasionando a disseminação da contaminação.

Diversos estudos têm relatado o potencial do feijão absorver e translocar metais pesados do solo para a parte aérea, propiciando a concentração de espécies metálicas em seus grãos acima do limite permitido para o consumo humano (Santos et al., 2003; Pereira, 2005; Nogueira et al., 2007). O ambiente tal como pode ser observado é impróprio para esse fim, o que potencializa o risco, uma vez que, os produtos são comercializados na feira municipal, facilitando o acesso da comunidade em geral. Estudos anteriores realizados em áreas de lixões desativados e abandonados em municípios do Rio Grande do Norte (Araújo, 2014; Alves, 2016) vêm mostrando que nessas áreas devido à disposição irregular de resíduos e a inadequação na fase de encerramento há acumulo de metais pesados no solo que chegam a ultrapassar os valores de referência de qualidade do solo (CONAMA, 2009).



**Figura 6** - Cultivo de feijão-verde e jerimum na área do lixão do município de Nova Cruz – RN, desativado há 15 anos. Fonte: Vinícius Cortês Bezerra do Vale, 2015.

De acordo com a NBR 13.896/ 97 (ABNT, 1997), um dos critérios técnicos para a avaliação da adequabilidade de um local para instalação de áreas de disposição de resíduos é a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, que não deve ser inferior a 500 m. Nesse presente trabalho, a distância do antigo lixão do município de Nova Cruz/RN para o núcleo urbano é de aproximadamente 243m (Figura 7). A distância do lixão desativado (Área 1 - Figura 5) para um açude particular é de aproximadamente 180 m, como pode ser observado na (Figura 7) e para o rio Curimataú (intermitente) que atravessa toda a cidade é de 427 m (Figura 7). A distância da área 3 (Figura 5) que foi utilizada para disposição os resíduos hospitalares para o açude particular é de aproximadamente 380 m, e por fim a distância da área 1 para uma residência particular é de 140 m.



É possível perceber também que foi criada uma pequena barragem na propriedade entre as áreas 2 e 3 (Figuras 5, 7 e 8), para a irrigação das culturas plantadas no local bem como fonte de abastecimento de água para os animais ali presentes. Como explicado anteriormente, a água provavelmente sofrerá contaminação sendo proibida sua utilização para esses determinados fins.



**Figura 7.** Distância do lixão desativado de Nova Cruz – RN para os corpos hídricos e núcleo urbano. Fonte: Adaptada do Google Earth, 2015.





**Figura 8.** Barragem dentro do lixão desativado de Nova Cruz-RN. Fonte: Vinícius Cortês Bezerra do Vale, 2015.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos na avaliação dos atributos dos solos é possível concluir que existem diferenças entre o solo retirado da área de lixão desativado e o solo na área de mata nativa, o que demonstram uma redução da qualidade do solo quando há a disposição inadequada de resíduos sólidos, fato que compromete o desenvolvimento da vegetação nativa e a recuperação da área. Logo, as deficiências detectadas nas análises dos atributos do solo apontam para a necessidade de intervenção na área de lixão, visando acelerar o processo de estabilização da área e de recuperação do ecossistema local.

Na área do lixão desativado ressalta-se a necessidade de adequação a legislação, por exemplo, pela implantação de um sistema de cobertura final que possa reduzir a infiltração e produção de percolados e de gases de efeito estufa.

O plantio de culturas alimentícias deve ser terminantemente proibido na área, pelas razões aqui discutidas. Sugere-se, no entanto a aplicação de uma camada de solo para finalizar o sistema de cobertura final que possa suportar o crescimento de espécies vegetais nativas que cumprem o papel de recuperação estética e fitoestabilização da área.

Como possibilidade de uso futuro, a área utilizada como lixão pode virar uma unidade de triagem, associação de catadores de bairro, quadra poliesportiva para a comunidade ou por questões econômicas do município, identificação e isolamento da área através de cerca viva.

## REFERÊNCIAS

ALI, S. M.; PERVAIZ, A.; AFZAL, B.; HAMID, N.; YASMIN, A. Open dumping of municipal solid waste and its hazardous impacts on soil and vegetation diversity at waste dumping sites of Islamabad city. *Journal of King Saud University. Science*, v. 26, p. 59-65, 2014.

ARAÚJO, C. S. **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.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação - procedimentos. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, p. 81-84.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 358, de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 04 maio 2005.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.** Diagnóstico do município de Nova Cruz, Estado do Rio Grande do Norte / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos do Município de Nova Cruz/RN, 1971. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/rn/novacruz.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2. ed. rev. atual., 1997.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos.** Belo Horizonte: Fundação Israel Pinheiro, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. **Nova Cruz.** 2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasil, 2012.

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

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte.** Relatório Síntese, 2012.

PASTOR, J.; HERNÁNDEZ, A.J. Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: Determinants for restoring their impact. **Journal Environmental Management**, v. 95, p. 542-549, 2012.