

VI-041 – DISPONIBILIDADE DE ZINCO EM ÁREAS DE DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO RIO GRANDE DO NORTE

Ana Paula de França Marinho⁽¹⁾

Gestora Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mestranda em Engenharia Sanitária na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Giulliana Karine Gabriel Cunha⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Cristiane Souza de Araújo⁽³⁾

Ecóloga pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Jéssica Freire Gonçalves de Melo⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Mestranda em Engenharia Sanitária na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Karina Patrícia Vieira da Cunha⁽⁵⁾

Bióloga pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Endereço⁽¹⁾: Av. Senador Salgado Filho, 3000 - Campus Universitário - Lagoa Nova - Natal - RN - CEP: 59072-970 - Brasil - Tel: (84) 99669-9012 - e-mail: anapaulafmarinho@gmail.com

RESUMO

A disposição inadequada de resíduos sólidos é uma realidade encontrada em muitas localidades. No estado do Rio Grande do Norte (RN) grande parte dos municípios não dá a destinação correta aos resíduos sólidos, dispondo-os no solo sem nenhuma medida de proteção sanitária, acarretando diversos danos ao ambiente. Dentre as alterações provocadas no solo está o incremento de metais pesados, que posteriormente pode ser difundido para os outros componentes da bacia hidrográfica. Zinco (Zn) pode estar presente naturalmente no solo, no entanto, quando decorrente de outras fontes, pode alcançar valores fitotóxicos e entrar na cadeia alimentar causando danos à saúde humana. A disponibilidade do Zn no solo proveniente da disposição inadequada de resíduos e sua difusão para o meio é dependente, dentre outros fatores, das características do solo. Para facilitar a escolha de métodos de remediação e recuperação dessas áreas é preciso entender a dinâmica deste elemento nos diversos tipos de solo, dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a disponibilidade de Zn no solo em três áreas de disposição irregular de resíduos localizadas nas regiões litoral, agreste e sertão do RN, a fim de verificar a influência do tipo de solo na disponibilidade de Zn. Para análise do teor disponível de Zn foi extraído com DTPA e a leitura foi realizada por espectrometria de emissão ótica. Para análise dos dados foi utilizada a ANOVA e comparação pelo teste Tukey ($p < 0,05$). A anova levou em consideração três fontes de variação: região, uso do solo e profundidades. Também foram utilizados os Valores de Referência de Qualidade para solos do Estado do RN, para uma prévia classificação dos solos. Os teores disponíveis de Zn nos solos dos lixões seguiram a ordem agreste>sertão>litoral. Os solos do litoral apresentam boa drenagem, o que facilita a lixiviação, acarretando o carreamento do Zn para o lençol freático. Nos lixões do agreste e do sertão, os valores foram mais elevados na subsuperfície, indicando que a presença do metal ocorreu pelo contato do solo com o maciço de resíduos. Além disso, os solos do agreste e sertão podem ser previamente enquadrados na classe 2, necessitando de maiores estudos para avaliar se os elevados teores são oriundos da disposição inadequada de resíduos ou do material de origem do local. Conclui-se então que a textura arenosa do solo do litoral pode explicar a ausência de Zn e que os solos dos lixões do agreste e do sertão estão contaminados por Zn, destacando a importância de medidas sanitárias adequadas para o encerramento de lixões.

PALAVRAS-CHAVE: Lixão, metais pesados, gestão de resíduos.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas são baseadas em transformações energéticas e materiais. O enunciado da Lei da Conservação da Massa nos fornece o entendimento de que a matéria não pode ser consumida até sua aniquilação total, sendo a geração de resíduos inevitável (BRAGA et al., 2005). Na natureza, parte dos resíduos são reincorporados ao meio para serem reutilizados, graças a ação dos decompositores durante os ciclos biogeoquímicos. Esse equilíbrio observado nos ecossistemas naturais é quebrado quando a quantidade de resíduos, bem como a sua composição, ultrapassa a capacidade de autodepuração dos sistemas. Nesses casos, os microrganismos não conseguem dar conta de todo o volume de resíduos produzidos. Como resultados desse cenário, há a acumulação de resíduos que necessitam de tratamento e disposição adequados.

A exemplo de outros estados brasileiros, no Rio Grande do Norte, a maior parte dos municípios dispõem seus resíduos em áreas sem qualquer medida de proteção sanitária e ambiental (SEMARH, 2015). Esse descarte configura uma forma irregular de disposição final que deve ser combatida (BRASIL, 2010), a fim de evitar maiores problemas ambientais. Dentre os diversos impactos ambientais resultantes dessa forma de disposição de resíduos, está a difusão de metais pesados do solo para os demais sistemas ambientais (BRETZEL; CALDERISI, 2011). A decomposição das frações biodegradáveis dos resíduos acarreta a contaminação do solo por metais pesados (BORBA et al., 2018).

Como o solo é um sistema aberto a contaminação é particionada com os demais componentes da bacia hidrográfica, causando a contaminação da água e do ar (OJO-AWO; AGBABIAKA; ILESANMI, 2018). Em adição a contaminação ambiental, outra consequência do aporte de metais pesados é a absorção da fração solúvel de metais pelas raízes de plantas, a bioacumulação na parte aérea, como as folhas e os frutos, sendo a porta de entrada para a cadeia trófica podendo alcançar níveis tróficos mais elevados como o homem (ACOSTA et al., 2011).

Zinco (Zn) está presente no solo naturalmente, através da contribuição do intemperismo das rochas (YOUSEFI; HOMAEI; NOROUZI, 2018). É um elemento essencial para nutrição de plantas. Além disso, está presente em diversos materiais utilizados pelo homem, cujo os resíduos quando descartados no solo, pode levar ao incremento desse elemento, alcançando doses fitotóxicas (LINHARES et al., 2009).

A disponibilidade de Zn nos solos onde ocorre disposição irregular de resíduos sólidos urbanos depende de diversos fatores, como as práticas de manejo, os tipos de resíduos, assim como as características do solo (ADELOPO et al., 2018). Dessa forma, faz-se necessário a avaliação da disponibilidade de Zn em áreas de disposição irregular com diferentes classes de solo garantindo um entendimento da dinâmica desse elemento, o que facilitará a escolha de métodos de remediação e recuperação dessas áreas mais eficientes e sustentáveis.

OBJETIVO

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a disponibilidade de zinco no solo em três áreas de disposição irregular de resíduos localizadas nas regiões Litoral, Agreste e Sertão do Rio Grande do Norte, a fim de verificar também a influência do tipo de solo na disponibilização de Zn.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho refere-se à três áreas de disposição irregular de resíduos localizadas nas regiões Litoral, Agreste e Sertão do Rio Grande do Norte (Figura 1).

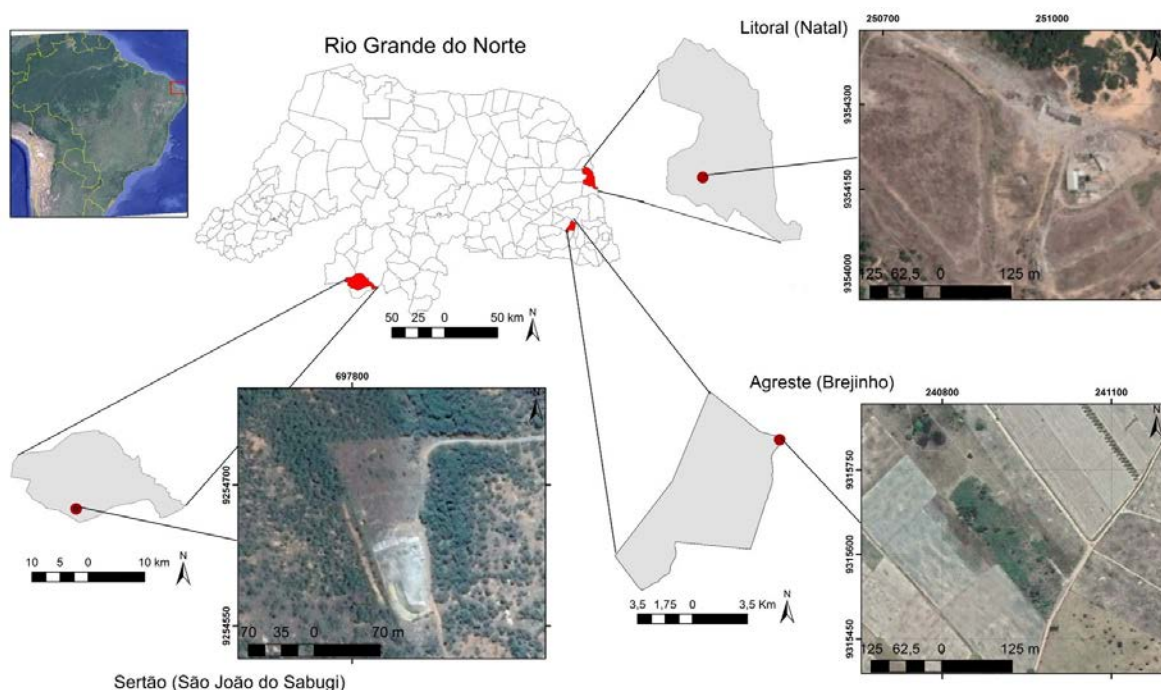


Figura 1: Mapa de localização das áreas de disposição irregular de resíduos sólidos desativadas nas regiões Litoral, Agreste e Sertão do Rio Grande do Norte

No litoral, o lixão está localizado no bairro de Cidade Nova, no município de Natal, capital do estado do RN. O solo da área pertence à classe Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1971), tendo como características: boa drenagem, relevos planos, baixa capacidade catiônica (CTC), baixo teor de matéria orgânica e baixa fertilidade natural. Possui clima tropical chuvoso quente com verão seco, estação chuvosa de fevereiro a setembro e temperatura média anual de 27,1°C (IDEMA, 2008). O lixão do local funcionou por 3 décadas, recebendo os resíduos da cidade, teve seu encerramento em 2004 e atualmente funciona como estação de transbordo.

Na região agreste, a área estudada localiza-se no município de Brejinho. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1971), são planos, profundo, possuem boa estrutura física e textura argilosa a muito argilosa. O tipo de clima é considerado como quente e semiárido, com período chuvoso de março a julho e a temperatura média anual sendo de 26,3°C (IDEMA, 2008). O lixão foi desativado em 2011 e a cobertura do local foi espontânea por espécies vegetais.

Na região do sertão, o lixão localiza-se no município de São João do Sabugi. O tipo de solo da área é classificado como Luvissoilo Crômico (EMBRAPA, 2006), são moderadamente drenados, rasos, suscetíveis a erosão, variam de moderadamente ácido a ligeiramente alcalino, possuem fertilidade natural alta, textura arenosa/argilosa a média argilosa, com sequência de horizontes A, Bt e C (EMBRAPA, 2006). O clima é caracterizado como muito quente e semiárido, período chuvoso de fevereiro a abril e temperatura média anual de 27,5°C (IDEMA, 2008). A área onde foram realizadas as coletas foi desativada em 2010 e foi feita a cobertura dos resíduos com solo.

COLETA, PREPARAÇÃO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE SOLO

Foram coletados 20 pontos amostrais simples (10 para o lixão do sertão), que posteriormente foram misturados para compor uma amostra composta de 500g, para a coleta percorrendo o caminho de zig-zag (EMBRAPA, 1999), os procedimentos foram repetidos 3 vezes, para obtenção de 3 repetições em cada profundidade. De cada área de estudo, foram coletadas amostras de duas profundidades do solo em superfície, de 0 a 20 cm, e em subsuperfície de 20 a 40 cm. Para servir de referência de qualidade do solo original, todo procedimento coleta foi repetido para áreas vizinhas sob mesmo tipo de solo, porém com vegetação nativa, apresentando pouca ou nenhuma atividade antrópica.

Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), para então serem feitas as análises dos teores disponíveis de Zinco (Zn). A análise do teor disponível de Zn foi feita utilizando o extrator DTPA (LINDSAY; NORVELL, 1978).

Após esse procedimento, as amostras foram transferidas para balões volumétricos de 25 ml e complementado o volume com água destilada; o extrato foi homogeneizado e filtrado em papel de filtro quantitativo. A leitura foi realizada por espectrometria de emissão ótica (ICP-OES/Optima 7000, Perkin Elmer) com modo de observação dupla (axial e radial), com sistema de introdução via amostrador automático AS 90 plus.

ANÁLISE DOS DADOS

A análise de variância dos dados (ANOVA) e a comparação pelo teste Tukey ($p < 0,05$) foi realizado utilizando o software SAS (SAS, 1999). A anova levou em consideração três fontes de variação: Região (litoral, agreste e sertão); Uso do solo (mata e lixão); Profundidades (0 - 20 cm e 20 - 40 cm).

Os Valores de Referência de Qualidade para os solos do Rio Grande do Norte obtidos por Preston et al (2014) foram usados para avaliar a ocorrência de contaminação do solo por Zn. Vale salientar que segundo a Resolução 420/2009 do CONAMA (BRASIL, 2009), a comparação deve ser feita com teores totais do procedimento 3051A da USEPA, porém, sendo o teor disponível (que é apenas uma fração do teor total) maior que o VRQ, é inevitável a caracterização do solo como contaminado.

RESULTADOS

A anova revelou a interação tripla entre as fontes de variação, o que justifica o desdobramento das interações (Figura 2). Os solos dos lixões desativados das três localidades consideradas neste trabalho, litoral, agreste e sertão, apresentam teores disponíveis de zinco diferentes entre si (Figura 2). Os teores disponíveis de Zn nos solos dos lixões seguiram a ordem agreste>sertão>litoral.

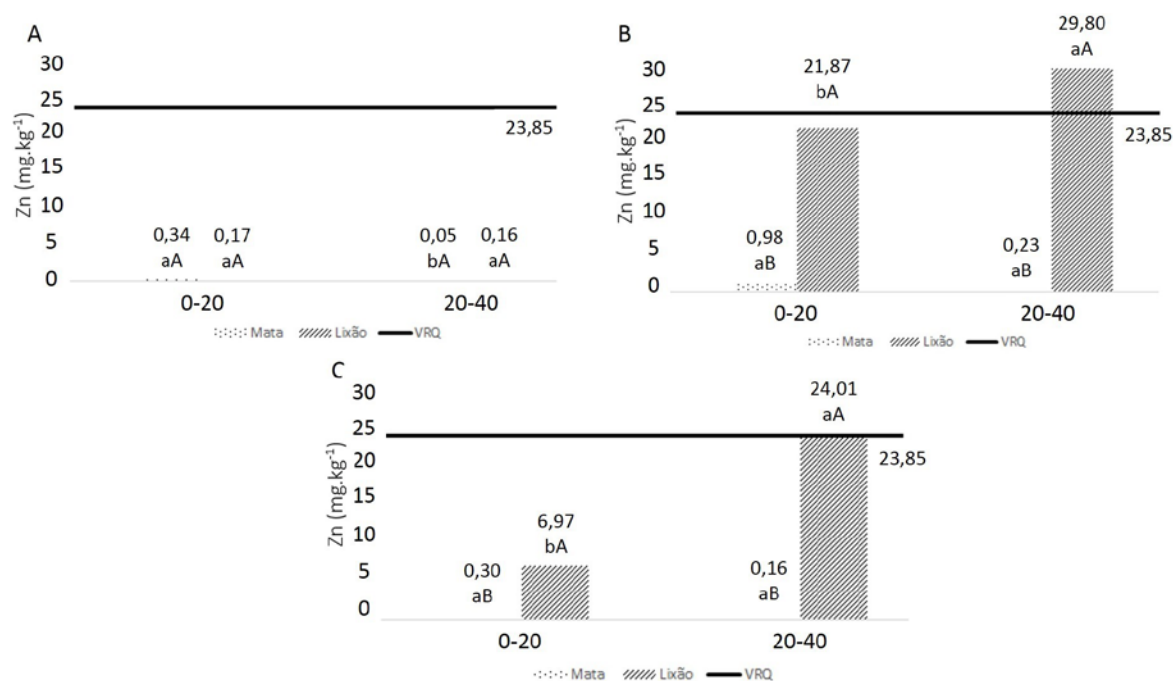


Figura 2: Teores disponíveis de Zinco em solos dos lixões desativados no litoral (A), agreste (B) e sertão (C) do Rio Grande do Norte comparados ao solo da área de mata nativa e com o valor de referência de qualidade (VRQ) do Estado do Rio Grande do Norte. Valores seguidos de mesma letra minúscula não difere entre si quanto a profundidade e maiúscula quanto ao uso do solo.

No solo do lixão do litoral não houve diferença significativa no teor disponível de Zn quando comparado ao solo de mata nativa, o mesmo comportamento se repete também para as diferenças entre camadas no solo do lixão, no entanto, o solo de mata nativa apresentou diferença significativa, com o teor disponível de Zn mais elevado na camada de superfície (Figura 2A).

Na região agreste, o solo do lixão apresentou teores mais elevados de Zn disponível que o solo da mata nativa (Figura 2B). Não houve diferenças no teor de Zn entre as profundidades do solo da mata nativa, enquanto no solo do lixão maior teor de Zn foi encontrado na subsuperfície (Figura 2B). Além disso, na subsuperfície o teor de Zn está acima do esperado naturalmente para os teores totais de Zn nos solos da região.

O solo do lixão do sertão apresentou teor disponível de Zn maior que o solo da mata nativa, (Figura 2C). Levando-se em consideração as diferenças de profundidade, a mata nativa não apresentou variações significativas, enquanto no solo do lixão o teor de Zn disponível foi maior na subsuperfície (Figura 2C). Na subsuperfície o teor de Zn também se encontra superior ao teor de Zn esperado naturalmente para os solos da região.

DISCUSSÃO

O aporte de metais nos solos pode ocorrer de duas formas, naturalmente, originado pelo material de origem, ou através de atividades antrópicas, como mineração, agricultura, deposição irregular de resíduos sólidos, entre outros (YOUSEFI; HOMAE; NOROUZI, 2018). Podendo se apresentar de diversas formas, sendo disponível quando podem ser absorvidos pelas plantas, e esses teores variam de acordo com diversos fatores, dentre eles a quantidade e capacidade tampão do solo (SACRAMENTO, 2010).

Zn é esperado, naturalmente, na composição química do solo, no entanto, em áreas de disposição irregular de resíduos seu incremento pode estar associado aos resíduos ali depositados, uma vez que este metal se encontra presente na composição de diversos materiais de construção civil, em eletrodomésticos, pilhas e baterias, produtos químicos, farmacêuticos, entre outros (ADELOPO et al., 2018).

Solos com elevada CTC apresentam maiores concentrações de Zn (SACRAMENTO, 2010). O solo encontrado na região litoral possui baixa CTC, o que contribui para os baixos teores de Zn disponível tanto no solo de lixão, quanto para mata nativa. Além disso, esse tipo de solo apresenta boa drenagem, o que facilita a lixiviação, que leva ao carreamento de Zn para o lençol freático.

No solo da mata nativa do agreste foi encontrado baixo teor de Zn disponível, o que pode ser explicado pelo tipo de solo presente nessa região, os Latossolos possuem pequena reserva natural de Zn (NASCIMENTO; FONTES, 2004). Dessa forma, a elevação nos teores de Zn no solo do lixão indica que a contaminação ocorreu em decorrência da disposição de resíduos sólidos no local.

O baixo teor de Zn disponível na mata nativa da região do sertão também indica que seu incremento na área do lixão está associado à disposição irregular de resíduos sólidos.

A presença de Zn disponível foi maior nos solos dos lixões do sertão e do agreste, onde os valores significativamente mais elevados na subsuperfície indicam que o aporte ocorreu pelo contato do solo com o maciço de resíduos, que não possui a proteção sanitária adequada (ABNT, 1997).

Importante salientar que apesar de não ter sido analisado o teor total de Zn neste trabalho para as regiões estudadas, o teor disponível de Zn na camada subsuperficial no solo dos lixões do agreste e sertão encontram-se acima do VRQ para o estado do Rio Grande do Norte (PRESTON et al, 2014). Esse fato indica que os solos desses locais estão contaminados com Zn, uma vez que a fração disponível é apenas uma parte da fração total. Nesse caso, os solos do lixão nas regiões do agreste e sertão podem ser englobados na classe 2, a qual necessita de avaliação para verificar se os teores elevados são provenientes dos lixões ou do material de origem do local (BRASIL, 2009).

CONCLUSÕES

A disposição irregular de resíduos sólidos nas regiões do agreste e sertão resultaram na disponibilização de Zn no solo.

Os solos do lixão dos municípios de Brejinho e São João do Sabugi estão contaminados por Zn.

O aumento no teor de Zn deve estar ligado à disposição irregular de resíduos sólidos, no entanto, recomenda-se analisar a geologia dos locais, pois o alto teor de Zn pode estar atrelado ao material de origem.

A textura arenosa do solo do litoral pode explicar a ausência de diferenças significativas entre áreas de lixão e mata nativa.

Recomenda-se o monitoramento das águas subterrâneas para constatar se o zinco lixiviado está comprometendo a qualidade da água.

Após fechamento dos lixões são necessárias medidas sanitárias adequadas, como a impermeabilização, para posterior construção da camada de cobertura, evitando que o solo em contato com o maciço de resíduos seja contaminado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACOSTA, J. A. et al. *Enrichment of metals in soils subjected to different land uses in a typical Mediterranean environment (Murcia City, southeast Spain)*. *Applied Geochemistry*, v. 26, n.3, p. 405-4014, mar. 2011.
2. ADELOPO, A. O. et al. Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors. *Waste Management*, [s.l.], v. 78, p.227-237, ago. 2018.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – critérios de projeto, implantação e operação – procedimentos. Rio de Janeiro, 1997.
4. BORBA, P. F. S. et al. Emissão de gases de feito estufa de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. *Eng. Sanit. Ambient*, v.23, n.1, pp.101-111, fev. 2018.
5. BRAGA, Benedito et al. *Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005. 318p.
6. BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
7. BRASIL. 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.
8. BRETZEL, F.C; CALDERISI, M. *Contribution of a municipal solid waste incinerator to the trace metals in the surrounding soil*. *Environ Monit Assess*, v.182, n. 523, p. 523-533, fev. 2011.
9. EMBRAPA. Levantamento Exploratório - Reconhecimento dos solos do Rio Grande do Norte. Recife: Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1971. 536 p.
10. EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
11. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro. 2006.
12. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). Perfil do seu município. 2008.
13. LINDSAY, W.L.; NORVELL, W.A. *Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper*. *Soil Science Society of America Journal*, v. 42, p. 421-428, 1978.
14. LINHARES, L. A. et al. Disponibilidade de cobre e zinco em solos tropicais avaliada pelo processo de extração sequencial (bcr). *Tecno-logica*, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p.12-18, jan. 2009.
15. NASCIMENTO, C. W. A.; FONTES, R. L. F. Correlação entre características de Latossolos e parâmetros de equações de adsorção de cobre e zinco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, [s.l.], v. 28, n. 6, p.965-971, dez. 2004.

16. OJO-AWO, N. A.; AGBABIAKA H. I.; ILESANMI, A. O. *Refuse dumpsite and its associated pollutants. Management Of Environmental Quality: An International Journal*, [s.l.], v. 29, n. 3, p.572-591, 9 abr. 2018
17. PRESTON, W. et al. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, [s.l.], v. 38, n. 3, p.1028-1037, jun. 2014.
18. SACRAMENTO, R. V. O. Caracterizações dos solos, fitodisponibilidade e teores pseudo-totais de metais no sistema solo-planta em canaviais do recôncavo baiano. 2010. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Energia e Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
19. SAS Institute. Statistical analysis system: *Procedure guide for personal computer*. Version 8. Cary, 1999.
20. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte – PERS RN. Panorama dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Norte, 2015.
21. YOUSEFI, G.; HOMAEI, M.; NOROUZI, A. A. *Estimating soil heavy metals concentration at large scale using visible and near-infrared reflectance spectroscopy. Environmental Monitoring And Assessment*, [s.l.], v. 190, n. 9, p.512-525, 13 ago. 2018.