

Análise química do solo no lixão inativo na cidade de Grajaú-MA

Soil chemical analysis in the inactive dump in the city of Grajaú-MA

Análisis químico de suelos en el vertedero inactivo de la ciudad de Grajaú-MA

Recebido: 22/08/2022 | Revisado: 08/09/2022 | Aceito: 10/09/2022 | Publicado: 18/09/2022

Nauane Cruz Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8098-5510>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: nauanecruzsousa4@gmail.com

Égila Maria Santos Assunção

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1967-0296>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: egila.assuncao@discente.ufma.br

Hildelayne Ferreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7409-786X>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: hildelayne@gmail.com

Ruan Sousa Bastos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3585-1596>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Brasil
E-mail: sonruanquimica@gmail.com

Ionara Nayana Gomes Passos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4729-4977>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: ionara.passos@gmail.com

Resumo

Sabe-se que o crescimento populacional causou aumento substancial da produção e consumo de bens, gerando, uma grande quantidade de resíduos sólidos. A cidade de Grajaú está localizada a 580 KM da capital São Luís, mas não tem manejo seguro e nem efetivo fluxo para sólidos urbanos, existem muitos impactos sobre a saúde pública e o meio ambiente. Tendo em vista os problemas ambientais ocorridos de várias maneiras, buscamos os problemas causados por lixões inativos, na cidade de Grajaú não possui aterros sanitários o que seria o correto. O presente estudo teve a função de analisar o solo do lixão inativo por meio de indicadores químicos. Para o presente trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para buscar referências entre conceitos, causas, soluções, características e ideias. A pesquisa desenvolveu-se a partir de informações através da observação do local e análises de solo. Onde utilizamos a ajuda de uma cavadeira para retirar as amostras de três profundidade dos locais e utilizou-se o ALFAKIT para análise das amostras recolhidas. As maiores concentrações foram de Al^{3+} nas amostras P1 30 cm, P2 superfície, P4 superfície e P4 50 cm, Cálcio + magnésio nas amostras P2 superfície, e P2 10 cm. Nitrito foi nas amostras P1 superfície, P1 30 cm, P2 superfície, P2 10 cm, P3, P4 superfície e P4 50 cm. A amônia nas amostras P2 10 cm e P4 superfície. Os índices maléfic impedem o aparecimento das plantas, valores altos de cálcio+magnésio dificultam as plantas absorverem nutrientes para se desenvolverem.

Palavras-chave: Resíduos sólidos; Lixão inativo; Impacto ambiental; Análise de solo.

Abstract

It is known that population growth has caused a substantial increase in the production and consumption of goods, generating a large amount of solid waste. The city of Grajaú is located 580 KM from the capital São Luís, but it has no safe management and no effective flow for urban solids, there are many impacts on public health and the environment. In view of the environmental problems that have occurred in various ways, we will go after the problems caused by inactive dumps, in the city of Grajaú there are no sanitary landfills that would be correct. The present study had the function of analyzing the soil of the inactive dump by means of chemical indicators. For the present work, a bibliographic research was carried out to seek references between concepts, causes, solutions, characteristics and ideas. The research will develop from information through site observation and soil analysis. Where we will use the help of a digger to remove the three depth samples from the sites and I will use ALFAKIT to analyze the samples collected. The highest concentrations were Al^{3+} in samples P1 30 cm, P2 surface, P4 surface and P4 50 cm, Calcium + magnesium in samples P2 surface, and P2 10 cm. Nitrite was found in samples P1 surface, P1 30 cm, P2 surface, P2 10 cm, P3, P4 surface and P4 50 cm. Ammonia in samples P2 10 cm and P4 surface. The malefic indices prevent the appearance of plants, high values of calcium + magnesium make it difficult for plants to absorb nutrients to develop.

Keywords: Solid waste; Inactive dump; Environmental impact; Soil analysis.

Resumen

Se sabe que el crecimiento de la población ha provocado un incremento sustancial en la producción y consumo de bienes, generando una gran cantidad de residuos sólidos. La ciudad de Grajaú está ubicada a 580 KM de la capital São Luís, pero no tiene una gestión segura y flujo efectivo para los sólidos urbanos, hay muchos impactos en la salud pública y el medio ambiente. Ante los problemas ambientales que se han presentado de diversas formas, iremos tras los problemas ocasionados por los basureros inactivos, en la ciudad de Grajaú no existen rellenos sanitarios que estarían correctos. El presente estudio tuvo como función analizar el suelo del botadero inactivo por medio de indicadores químicos. Para el presente trabajo se realizó una investigación bibliográfica buscando referencias entre conceptos, causas, soluciones, características e ideas. La investigación se desarrollará a partir de la información a través de la observación del sitio y el análisis de suelos. Donde usaremos la ayuda de una excavadora para sacar las tres muestras de profundidad de los sitios y usará ALFA KIT para analizar las muestras recolectadas. Las mayores concentraciones fueron Al^{3+} en las muestras P1 30 cm, P2 superficie, P4 superficie y P4 50 cm, Calcio + magnesio en las muestras P2 superficie y P2 10 cm. Se encontró nitrato en las muestras P1 superficie, P1 30 cm, P2 superficie, P2 10 cm, P3, P4 superficie y P4 50 cm. Amoníaco en muestras P2 de 10 cm y P4 de superficie. Los índices maléficos impiden la aparición de plantas, los altos valores de calcio + magnesio dificultan que las plantas absorban los nutrientes para desarrollarse.

Palabras clave: Residuos sólidos; Vertedero inactivo; Impacto ambiental; Análisis de suelos.

1. Introdução

A análise de solo, é um meio de observar como está a situação do solo, para recomendar como é feita a solução. No seguinte artigo adaptamos os meios para o lixão inativo, onde iremos observar como a área desativada está sofrendo impacto ambiental ou se é apropriado para a aproximação de indivíduos.

“O tema tem se mostrado prioritário desde a Conferência Rio 92, em escala global, tanto nos países ricos quanto nos mais pobres, por contribuir direta ou indiretamente com o aquecimento global e as mudanças do clima”. (Jacobi & Besen 2011, p. 135).

O lixo é um dos maiores problemas ambientais do mundo, pode ser classificado como orgânico (restos de alimentos, folhas, sementes, papéis, madeira entre outros), inorgânico e esse podem ser recicláveis ou não (plástico, metais, vidros etc.), lixo tóxico (pilhas, baterias, tinta etc.) e lixo altamente tóxico (nuclear e hospitalar). Segundo SALES, M. L. S (2014 p. 281) “Outro quesito é sobre a necessidade programas de sensibilização/conscientização, tanto por iniciativa do Poder Público como também de iniciativa privada, que permita esclarecer a importância da política dos 5 R's: Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar.” A uma grande importância em relação dos 5 R 's, pois através dela melhora a coleta para os catadores, diminui o impacto do meio ambiente e a poluição. “O processo de crescimento e evolução das áreas urbanas ao longo dos anos tem contribuído para o aparecimento de diversos impactos ambientais negativos ao meio ambiente” (Almeida & Silva, 2018).

Segundo Costa (2013), sabe-se que esse crescimento causou um aumento substancial da produção e do consumo de bens pela população, gerando, conseqüentemente, uma grande quantidade de resíduos sólidos. A cidade de Grajaú está localizada a 580 KM da capital São Luís e vem crescendo muito, e até 2021 tinha uma estimativa de 70 692 habitantes, mas não tem um manejo seguro e nem um efetivo fluxo para os sólidos urbanos, existem muitos impactos sobre a saúde pública e o meio ambiente.

“Os lixões podem ser definidos livremente como a simples descarga de lixo sem qualquer tratamento sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, sendo utilizada na maioria dos municípios” (Amorim, *et al.* 2011). Destacando o aspecto de poluição das águas, vale lembrar que nos lixões, o chorume é um dos principais elementos impactantes, sendo originado da decomposição da matéria orgânica contida no lixo, associada aos líquidos percolados ali existentes. Tendo em vista que os lixões de Grajaú como não têm coleta seletiva, os materiais hospitalares, farmacêuticos e dos moradores, vem trazendo doenças para quem vive perto e dentro do local. O fim de um lixão a céu aberto, não encerra os problemas acarretados, pois os materiais descartados continuam lá, esperando o tempo de decomposição, alguns materiais passam décadas e até anos para se deteriorar. “Esses impactos afetam a qualidade ambiental e promovem um desequilíbrio

ecológico para os animais vivos que habitam nessa área, especificamente no que diz respeito à fauna e flora local” (Costa, T. G. A. et al. 2016 p. 83)

Além da contaminação dos lençóis freáticos do rio Grajaú, poluindo a água com poluentes que são solúveis em H₂O, também existe a poluição hídrica, decorrente de esgotos domésticos, resíduos hospitalares, agrotóxicos, elementos químicos que alteram as propriedades físico-químicas da água. (Araújo, et al. 2018)

Os chorumes já desceram para o subsolo em contato com as águas subterrâneas, o desmatamento continua, pois não é feita nenhuma proposta para replantar as árvores e nem sabe se conseguiriam sobreviver em meia poluição.

Diante das circunstâncias relacionadas às áreas para destinação de lixo, inclusive as áreas de lixões desativados, se faz necessário o cumprimento da lei, seguir todas as diretrizes e as principais ações que devem ser tomadas para que o problema seja resolvido, buscando esse correto gerenciamento e disposição final dos resíduos, com a integração da comunidade e do poder público (Correia, 2020 p 17).

A forma certa de deixar um lixão inativo seria por meio de cuidados para reduzir os danos, através de cuidados para diminuir a poluição do solo, ter um projeto de reflorestar a área danificada e uma manta de cobertura da área. Este estudo foi construído através do levantamento de dados encontrados na literatura já existente, bem como foram realizadas pesquisas por meio da internet, e realizado o desenvolvimento de uma pesquisa de estudo de caso. "A inativação por simples cobertura é uma forma de tornar o problema invisível, porém não inexistente." (Possamai, et al. 2007, p. 178).

Dessa forma, o problema ambiental se mantém, os riscos à saúde da população que permanece perto da área afetada continuam, ocorrem riscos aos animais que passam por essa área, e a contaminação da água por chorume. “O crescimento da população e o avanço da cidade têm contribuído para o aumento de toneladas de lixo em todo o Brasil, embora se tenha criado as políticas públicas a qual tem o papel de tentar amenizar a degradação ambiental e o lixo urbano.” (Silva, 2017, p.28).

“A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº12.305) em 2010, que criou diretrizes que regulamentam essas operações e definem prazos, como a desativação de todos os lixões até 2014”. (Cavazzana, 2012, p. 4). Sabemos que essas políticas públicas não são suficientes, pois é muito lixo produzido, tanto doméstico, industrial e hospitalar, visto que falta a conscientização da população para reduzir a quantidade produzida, ou mesmo a ação de reciclar. Já que Grajaú não possui coleta seletiva, todos os lixos são misturados e acabam em um só local, onde irá prejudicar o meio ambiente, as pessoas próximas, e outras que sobrevivem da coleta do lixo, cujo qual é o caso de moradores que viviam no lixão Santos Dumont que se mantem através da coleta dos resíduos sólidos.

A análise de lixões desativados vem sendo pesquisados com grande frequência, pois depois da sua inativação, continua trazendo riscos. A análise tem sido amplamente utilizada em estudos que buscam avaliar a condição ambiental ou a saúde do solo para saber como vem ocorrendo sua taxa de infiltração, drenagem, erosão, compactação do solo e assim poder justificar o motivo da falta da flora. “A presença de animais intensifica o problema, pois eles têm contato direto com os resíduos, alimentando-se de materiais presentes no lixo e a população por sua vez, pode fazer uso desses animais na sua dieta” (Lopes, et al.). As principais informações obtidas sobre a qualidade do solo são a porosidade total, densidade do solo e das partículas, textura. Os estudos dos atributos químicos devem estar recomendados para as condições ambientais. Os indicadores químicos são capazes de refletir o comportamento no solo no que diz respeito a sua fertilidade, permitindo observar possíveis mudanças no solo em função do manejo adotado (Freitas et al., 2017). “Os atributos químicos, físicos e biológicos apresentam-se sensíveis para determinar a degradação ambiental ocorrida em função da disposição final dos resíduos sólidos em áreas de lixão desativado.” (Silva, et al 2020 p. 638).

2. Metodologia

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no Google Acadêmico, a fim de obter os artigos científicos para fundamentar teoricamente o estudo, para determinar os riscos de lixões inativos. Foi realizada visitas na área onde eram depositados os resíduos sólidos a anos atrás. Na visita foram feitas anotações de como estava o local que foi usado nos resultados e discussões dos dados coletados.

Para a análise foi recolhida amostra de quatro pontos (Figura 1) localizados no lixão inativo de Grajaú, localizado nas margens da Rodovia MA - 006 sentido arame, próximo ao bairro Mirante do Falcão. Onde utilizamos a ajuda de uma cavadeira para retirar as amostras de duas profundidades do local e utilizado o ALFAKIT para análise das amostras recolhidas. Preparamos as amostras como é pedido no detalhamento do kit com as soluções extratoras, onde é mais fácil para analisar, e rápido, avaliando o grau de deficiência do solo.

Figura 1. Mapa da área do lixão em satélite.



Fonte: Google Maps.

Essa imagem é onde está localizado o lixão inativo da cidade de Grajaú, podemos perceber que sofreu erosão e se não tiver métodos para prevenir pode se expandir chegando para as casas que estão perto.

Os parâmetros para a análise de solo, e condições do local final (Figura 2) dos resíduos foram: A presença de cerca determinando o local, tipo de cobertura do solo, remoção dos resíduos, presença de chorume, proximidade de residências. Os indicadores químicos também podem ser utilizados para avaliar a contaminação e poluição no solo, como no caso da avaliação de valores de metais pesados, nitrato, fosfato e agrotóxicos (Gomes; Filizola, 2006; Martins et al., 2018). Os parâmetros físico-químicos analisados foram: Alumínio, Cálcio+Magnésio, Fosfato, Amônia, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio total mineral, Matéria orgânica, pH, Potássio.

Figura 2. Condição final do lixão inativo.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

A imagem retratada na Figura 2 foi tirada no lixão inativo na cidade de Grajaú, no dia 12 do mês de julho de 2022, na visita para levantamento de dados, onde verificamos a presença de resíduos acima do solo, vegetação rala, proximidade de casas. Os parâmetros físico-químicos analisados (Tabela 1) com seus respectivos valores ideais, para a análise do solo.

Tabela 1. Valores baixos, médios e altos que são utilizados para interpretar resultados de análise de solo.

Parâmetros	Baixo	Médio	Alta
Alumínio (cmolc /Kg)	≤ 0,3	0,3 – 1,0	> 1,0
Cálcio+magnésio (cmolc /Kg)	< 5,0	5,0 – 6,0	> 6,0
pH	2 - 3	4 - 6	7- 8
Fósforo (mg/Kg)	≤ 10	11 – 18	19 – 25
Potássio (mg/Kg)	≤ 40	41 - 60	61 - 90
Matéria Orgânica (%)	<1,5	1,5 – 3,0	>3,0
Nitrito (mg/g)	≤ 0,003	0,004 - 0,007	>0,008
Nitrato (mg/g)	≤ 0,015	0,016 - 0,294	> 0,294
Amônia (mg/g)	≤ 0,084	0,085 - 0,278	> 0,279

Fonte: Brasil, E. C. & Cravo, M. S. (2020).

Esses valores representam a viabilidade do solo para manejo de plantações, ideal para ter a presença da população, para os valores muito baixo e muito altos precisam de soluções para as condições ficarem aceitáveis, nesse caso para plantação são utilizados meio de fertilizantes, porém neste caso a melhor solução seria o uso de soluções tampão, devido a presença de resíduos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Resultados

A área com o lixão desativado é de 12.475 m², não possui cercas para identificar limitando o acesso de veículos, pessoas e animais ao local, presenciamos uma família produzindo carvão, com crianças brincando no local, onde havia bastante matos secos e resto de galhos jogados. Há uma presença de cobertura muito fina com areia no local, não tinha presença de chorume no local, havia casas muito próximas ao local, com menos de 200 metros de proximidade.

A primeira amostra para a análise de solo, P1 superficial e 30 cm com as coordenadas -5.784217, -46.166088, que obteve os resultados vistos na Tabela 2, foi retirada da margem da cratera. A amostra P2 superficial e 10 cm, com as coordenadas -5.784068, -46.166154 (Resultados na Tabela 3), não foi possível retirar mais de 10 cm de profundidade pois havia bastante entulho, dificultando a retirada com a cavadeira. A amostra P3 superficial com as coordenadas -5.782987, -

46.165451, (Resultados Tabela 4) foi retirada na segunda camada da cratera. P4 superficial e 50 cm de profundidade com as coordenadas -5.783335, -46.166213 (Resultados Tabela 5).

Tabela 2. Resultados da amostra P1 superficial e de 30 cm.

Parâmetros	P1 Superfície	P1 30 cm
Alumínio (cmolc /Kg)	0,6	1,1
Cálcio + magnésio (cmolc/K)	5	3,4
Nitrito (mg/kg)	0,30	0,10
Nitrato (mg/g)	0,050	0,005
Amônia (mg/kg)	0,0	0,0
pH	7,5	6,5
Fósforo (mg/kg)	4,895	0,0
Potássio (mg/kg)	12,5	12,5
Matéria Orgânica (%)	1,0	1,0
Nitrogênio total mineral	0,35	0,105

Fonte: Autores.

No resultado da primeira amostra percebemos que apenas alguns resultados estão dentro dos parâmetros aceitáveis, os resultados alterados ocorrem devido a interferências presentes no local, nos resultados da superfície apenas o alumínio, Cálcio + magnésio, Nitrato estavam nos teores ideais. Já a 30 cm, apenas pH, todos os outros parâmetros físico-químicos estavam fora do padrão.

Tabela 3. Resultados da amostra P2 superficial e com 10 cm.

Parâmetros	P2 Superfície	P2, 10 cm
Alumínio (cmolc /Kg)	1,3	1,0
Cálcio + magnésio (cmolc /Kg)	29,4	15,8
Nitrito (mg/kg)	0,60	0,20
Nitrato (mg/g)	0,05	0,05
Amônia (mg/kg)	0,0	1,0
pH	8,0	5,5
Fósforo (mg/kg)	9,789	9,789
Potássio (mg/kg)	7,5	12,5
Matéria Orgânica (%)	1,0	1,0
Nitrogênio total mineral	0,65	1,25

Fonte: Autores.

Na amostra 2, onde foi retirada dentro da cratera, os resultados obtidos ideais da superfície foi apenas o Nitrato, os outros estão fora do padrão. Na amostra de 10 cm, os resultados obtidos que estavam dentro dos valores aceitáveis foram o Alumínio, Nitrato e pH.

Tabela 4. Resultados da amostra P3 superficial.

Parâmetros	P3 Superfície
Alumínio (cmolc /Kg)	0,7
Cálcio + magnésio (cmolc/K)	2,5
Nitrito (mg/kg)	0,20
Nitrato (mg/g)	2,0
Amônia (mg/kg)	0,0
pH	5,5
Fósforo (mg/kg)	0,0
Potássio (mg/kg)	12,5
Matéria Orgânica (%)	1,0
Nitrogênio total mineral	2,2

Fonte: Autores.

Na amostra 3, o resultado próximo ao ideal, foi apenas o pH, os outros parâmetros não se encaixam pois estava acima do resultado esperado ou baixo do normal.

Tabela 5. Resultados da amostra P4 superficial e com 50 cm.

Parâmetros	P4 Superfície	P4 50 cm
Alumínio (cmolc /Kg)	2,1	1,1
Cálcio + magnésio (cmolc/K)	3,0	3,5
Nitrito (mg/kg)	0,20	0,20
Nitrato (mg/g)	0,05	0,006
Amônia (mg/kg)	1,0	0,0
pH	8,0	6,5
Fósforo (mg/kg)	9,789	2,447
Potássio (mg/kg)	7,5	12,5
Matéria Orgânica (%)	1,0	1,0
Nitrogênio total mineral	51,2	6,2

Fonte: Autores.

Aqui na última amostra, o resultado aceitável obtido na superfície foi para o Nitrato, já na profundidade de 50 cm, o resultado aceitável encontrado foi o pH, os outros resultados parâmetros estão fora do padrão.

3.2 Discussões

As maiores concentrações foram de Al^{3+} nas amostras P1 30 cm, P2 superfície, P4 superfície e P4 50 cm.

“O Al^{3+} reage no solo de forma a liberar os íons H^+ , sendo o responsável por acidificar o solo. Por causar essa acidez excessiva, acaba por acarretar problemas à vida microbiana do solo, que é responsável pela decomposição da matéria orgânica e pela fixação de nitrogênio” (Corrêa et al., 2018).

O Cálcio + magnésio foram predominantes nas amostras P2 superfície, e P2 10 cm. Nitrito foi observado nas amostras P1 superfície, P1 30 cm, P2 superfície, P2 10 cm, P3, P4 superfície e P4 50 cm. “Em solo alcalino no processo de nitrificação a atividade da bactéria pode haver uma acumulação de nitrito no solo.” (Kemerich, et al.2014 p.11). A amônia foi observada nas amostras P2 10 cm e P4 superfície. Atributos tais como pH, teor de matéria orgânica, presença de óxidos de ferro, alumínio ou manganês, quantidade de argila, potencial redox são responsáveis pelo comportamento e disponibilidade/mobilidade de metais pesados no solo (Chaves, 2008). Dentre os quais, o valor de pH e o potencial redox são os mais relevantes, que além de afetarem diretamente as reações que ocorrem no meio, são também os principais fatores que controlam a disponibilidade dos

metais pesados em solução do solo (Pierangeli *et al.* 2001). Esses índices são maléficis para o solo, pois dificulta o aparecimento das plantas, valores altos de cálcio + magnésio dificulta para as plantas absorver nutrientes que necessitam para se desenvolver, dessa forma contribuindo para o crescimento da erosão no local mapeado, e cada vez mais se aproximando das moradias ali presentes.

Os resultados com baixa concentração também são prejudiciais ao solo, como a matéria orgânica, onde a falta de nutrientes, produzidos pelos vegetais e animais, nisso podemos notar que não há a presença de animais.

Como não foi encontrado nenhuns resquícios de chorume no local, pode-se constatar que ele já se infiltrou no solo em podendo entrar em contato com os lençóis freáticos.

4. Conclusão

Como a área analisada encontra-se em grande processo de erosão, e em forma de duas camadas, a parte superior, onde o lixo fica coberto por uma camada fina de terra, e outra parte que está apenas escavada, dessa forma usaria uma manta geotêxtil em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), para proteger o solo escavado onde apresenta-se livre dos resíduos, após isso, passar o lixo de uma camada para outra fazendo o aterro do local e aterro sanitário.

Apesar de ser caro para esse processo, é a forma ideal para reduzir os impactos sofridos naquela área. Os impactos ambientais sofridos nessa área desmatada, por mais que esteja próxima às moradias que já é uma questão que o bairro mais próximo e Mirante do Falcão e apresenta poço artesianos para o consumo de água da população ali presente, os animais ao arredores sofrem, pois é a área está sofrendo erosão e nisso a área desmatada está crescendo, e o contato com os resíduos transfere doenças para a população e animais que ali passam, pois não possuem um cercas para evitar a passagem, e nem cobertura para o resíduos não ficarem fácil dos animais cavarem, então deveria ter proposta para recuperar a área danificada, através dos dados coletados na análise, tentar equilibrar esses resultados onde seja possível recuperar algumas plantas nativas daquele local.

Referências

- Almeida, R. S. R. & Silva, V. P. R. (2018). Avaliação multisistêmica dos impactos ambientais negativos do lixão do município de Ingá-PB. *Revista Saúde e Meio Ambiente*. 6(1).
- Amorim, A. P., De Albuquerque, B. M., Gautério, D. T., Jardim, D. B., Morrone, E. C., & Souza, R. M. (2011). Lixão municipal: abordagem de uma problemática ambiental na cidade do Rio Grande – RS. *Ambiente & Amp; Educação*, 15(1), 159–178. <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/888>
- Araujo, J. L., Lima, A. C. R., Silva, L. G., Oliveira, N. B & Passos, I. N. G. (2018). A educação ambiental aplicada no ensino médio e os impactos ambientais causados pelo funcionamento do lixão do município de Grajaú – ma, 58º Congresso brasileiro de química. <http://www.abq.org.br/cbq/2018/trabalhos/5/2127-26487.html>.
- Brasil, E. C. & Cravo, M. S. (2020). Interpretação dos resultados da análise do solo. *Embrapa*. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218394/1/LV-RecomendacaoSolo-2020-63-66.pdf>
- Campos, M. L., *et al.* Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. *Pesq. agropec. bras Brasília*, 40(4) p.361-367.
- Cavazzana, L.Y. (2012). Lixão inativo da cidade de ilha solteira: análise ambiental e proposta de remediação, *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 8(12).
- Chaves, E. V & Santana, G. P. (2022). Distribuição de metais pesados em solos do aterro sanitário e polo industrial de Manaus, *revista de educação, ciência e tecnologia do ifam*, 4(1), 54 - 59. <https://igapo.ifam.edu.br/index.php/igapo/article/view/49>
- Corrêa, J. V., Almeida, L. C. O & Ribeiro, F. R. (2018). Avaliação de impacto ambiental do lixão de Leopoldina-MG. *Cidade bem tratada*. Porto Alegre – RS - Brasil.
- Correia, S. A. (2020). Impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia - AL. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Unidade Delmiro Gouveia-Campus do Sertão, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia.
- Costa, M. F. (2013). O lixão de Posse-GO: impactos ambientais e a questão do lixo. 39 f., il. Monografia (Licenciatura em Geografia)—Universidade de Brasília, Posse-GO.

- Costa, T. G. A. *et al.* (2016). Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade*, 3(4) p. 79-86. <http://revista.ecogestaobrasil.net/v3n4/v03n04a08a.html>.
- Freitas, L. *et al.* (2017). Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Unimar Ciências*, 26 p. 08-25.
- Jacobi, P. R., & Besen, G. R. (2011). Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 25(71), 135-158. <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10603>
- Kemerich, P. D. C. *et al.* (2014). Determinação de amônia, nitrito e nitrato em solo de área ocupada por aterro sanitário. *HOLOS Environment*, 14(1), 73.
- Lopes, A. M. A. *et al.* (2015). Análise da destinação final dos resíduos sólidos no município de Paragominas - Pará, Brasil. *ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*. <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletoPDF/III-381.pdf>
- Sales, M. L. S. *et al.* (2014). Aspectos e impactos ambientais perceptíveis dos resíduos sólidos: um estudo de caso no lixão de Assú (RN). *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* 5(1).
- Silva, A. K. O. (2017). O perfil socioeconômico dos catadores de resíduos sólidos do bairro Santos Dumont Grajaú-MA. <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1582/1/AnaSilva.pdf>.
- Silva, T. A. C. *et al.* (2020). Avaliação da qualidade de solo de área de lixão desativado: uma revisão de literatura, *Revista Brasileira de Geografia Física*. 13(02). 630-640.
- Possamai, F. P. *et al.* (2007). Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente, *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1), 171-179, <https://www.scielo.br/j/csc/a/dRkvDpYGGZ9SSNCSyw5zk64Q/?format=pdf&lang=pt>.
- Pierangeli, M. A. P. *et al.* (2001). Efeito da força iônica da solução de equilíbrio sobre a adsorção e dessorção de chumbo em latossolos brasileiros. *Pesquisa agropecuária brasileira*, (36), 1077-1084.
- Oliveira, S., & Pasqual, A. (2004) Avaliação de parâmetros indicativos de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário. *SciELO*.