

## ANÁLISE DO SOLO DO LIXÃO MUNICIPAL DA CIDADE DE AÇAILÂNDIA – MA

*Data de aceite: 01/03/2023*

### **Franklin Mota dos Santos**

Faculdade Vale do Aço - FAVALE  
Açailândia – MA, Brasil

### **Marcos Gabriel Silva Ribeiro**

Universidade Estadual da Região  
Tocantina do Maranhão - UEMASUL  
Açailândia – MA, Brasil

### **Ludimilla da Silveira Ferreira**

Faculdade Vale do Aço - FAVALE  
Açailândia – MA, Brasil

### **Lucas Manoel da Silva**

Universidade Estadual da Região  
Tocantina do Maranhão - UEMASUL  
Açailândia – MA, Brasil

**RESUMO:** A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um problema diário que necessita ser devidamente gerenciado onde a produção não planejada é consequência do não gerenciamento de resíduos prevendo soluções de engenharia que solucionam estas problemáticas prevenindo a redução do impacto ambiental da atividade realizada. Este trabalho objetivou-se por caracterizar o solo residual presente no município de Açailândia – MA afim de viabilizar o uso como camada de base impermeabilizante

natural compactada de aterro sanitário, a partir de uma base experimental. As amostras de solo foram coletadas no entorno do lixão municipal de Açailândia, e foram realizados a sua caracterização a partir de ensaios físicos, químicos e mineralógicos. O solo apresentou resultados preliminares potenciais para uso como barreira impermeabilizante, visto sua classificação SUCS como CL, considerado um solo argiloso arenoso, com um percentual de teor de finos por volta de 80% e umidade média entre 2%, característica típica presente em solos tropicais tornando-se permeável em condições naturais com a presença de silte em sua composição mas, quando compactados impossibilita a passagem de percolados e reduzindo sua expansibilidade característica de solo argilosos. Além da predominância a adsorção de cátions devido o seu pH em estado natural se encontrar neutro e sua solução com a amostra de solo apresentar argilominerais que oferecem propriedades colidais com uma afinidade de se associar ao lixiviado e metais pesados nele dissolvido, contudo, demonstrando uma acidez significativa ao solo, necessitando de alternativas geotécnicas eficazes para conter os impactos ambientais significativos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação,

**ABSTRACT:** The generation of municipal solid waste (MSW) is a daily problem that needs to be properly managed where unplanned production is a consequence of non-waste management providing for engineering solutions that solve these problems by preventing the reduction of the environmental impact of the activity carried out. This work aimed to characterize the residual soil present in the municipality of Açailândia - MA in order to enable the use as a compacted natural waterproofing base layer of landfill, from an experimental base. was carried out from physical, chemical and mineralogical tests. The soil presented potential preliminary results for use as a waterproofing barrier, given its classification SUCS as CL, considered a sandy clay soil, with a percentage of fine content around 80% and average humidity between 2%, a typical characteristic present in tropical soils becoming permeable in natural conditions with the presence of silt in its composition but, when compacted it makes it impossible to pass through percolados In addition to the predominance of the adoration of cations due to its pH in a natural state if it is neutral and its solution with the soil sample presents clay minerals that offer collidal properties with an affinity to be associated with leachate and heavy metals dissolved in it, however, demonstrating a significant acidity to the soil, requiring effective geotechnical alternatives to contain significant environmental impacts.

**KEYWORDS:** Contamination, Municipal solid waste, Tropical soil, Environmental sanitation.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2017), determina que o solo é um meio complexo e heterogêneo, obtido a partir do remanejo e processos intempéricos e sedimentados, através da ação da vida, da atmosfera e trocas energéticas que se manifestam, contudo os solos são constituídos por quantidades variáveis de minerais, material orgânico, água, ar e organismos vivos.

A produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), é consequência do crescimento não planejado das cidades e acontece em diversos locais do Brasil e no mundo. A resolução do CONAMA a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), prevê o gerenciamento dos resíduos sólidos onde se estruturam em um conjunto de ações que vão desde a coleta, transporte, tratamento e a destinação final ambientalmente adequada, visto que, o manejo de resíduos sólidos é um dos componentes básicos de saneamento básico. Contudo os aterros sanitários são uma solução projetada para o descarte adequado e seguro do lixo urbano, em que a partir de métodos construtivos e operacionais, os locais de depósitos de resíduos e subprodutos contaminantes tratam esses materiais e previnem a contaminação do solo, corpos hídricos próximos e aquíferos subterrâneos (SNIS, 2019).

Para Carvalho et al. (2015), os aterros sanitários para serem implantados necessitam possuir algumas características geotécnicas específicas, como a não reatividade e a permeabilidade, pois alguns lixiviados podem percolar e atingir o lençol freático. Assim a possibilidade de contaminação ambiental, associado a necessidade de grandes áreas para a implantação de locais de disposição e tratamento de resíduos, tornou a construção

de aterros sanitários uma solução viável, para o problema do descarte inadequado do lixo urbano para as cidades.

Uma vez que os métodos e políticas para promover a coleta, transporte e a destinação final dos RSU, normalmente estão associados às administrações municipais. Os grandes empecilhos encontrados pelas prefeituras, neste contexto, é a definição de locais para efetuar a destinação dos resíduos com a devida segurança, uma vez que com o crescimento populacional estas áreas disponíveis tornam-se cada vez mais escassas, e quanto mais distantes podem afetar no processo logístico elevando os custos (SISINNO, MOREIRA, 1996).

Os métodos de caracterização geofísica são uma alternativa para diagnosticar áreas contaminadas, devido o curto intervalo de tempo para a obtenção dos resultados e baixo custo para análise ambiental. Esta ferramenta auxilia na detecção de áreas contaminadas através de investigação direta. Com este interesse, esta pesquisa tem por objetivo analisar o teor de umidade do solo e a sua influência da capacidade de campo e testes de pH realizados na área do Lixão Municipal da Prefeitura Municipal de Açailândia – MA.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foi coletado amostra de solo presente no lixão Municipal de Açailândia – MA. O local de coleta da amostra está situado a 200 m de distância do local de disposição final de resíduos, as suas coordenadas geográficas são: Latitude - 4° 55' 37.78"W, Longitude - 47°32'23.53"O e Altitude: 271 m acima do nível do mar, como ilustra a Figura 1 descrita abaixo.



Figura 1: Local de coleta da amostra de solo do lixão municipal de Açailândia –MA

Fonte: Adaptado de Google, 2022.

O procedimento de coleta da amostra foi elaborado no presente perfil de solo a uma profundidade de 50 cm a 100 cm de profundidade, abaixo da camada de matéria orgânica para não interferir nos resultados da análise de acordo com a metodologia especificado pela EMBRAPA (1979).

Foram coletadas duas amostras para análise de Argissolo Vermelho – Amarelo presente no local, utilizando enxada, picarete, trena, sacos plásticos e cadernetas. As amostras coletadas foram armazenadas no Laboratório de Hidráulica, Geotecnia e Pavimentação da UEMASUL campus Açailândia – MA para análises.

Determinou-se a umidade presente no solo e o pH, como parâmetros físicos e químicos de acordo com o método proposto pela NBR 8419 (1992) em conjunto do Manual da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

O pH foi determinado através de potenciômetro pHmetro da marca AKSO, utilizando amostras com uma solução de água destilada, com o objetivo de determinar a concentração de íons de H<sup>+</sup>, presentes na solução do solo, que apresenta influência da disponibilidade de minerais e outros componentes no seu interior.

A análise granulométrica do solo e teor de umidade foram preparadas de acordo a NBR 6457 (2016), todas as amostras preestabeleceram-se para utilização de acordo com o seu respectivo ensaio, onde foram secas em estufa da marca Lucadema presente no Laboratório de Fenômeno dos Transportes da Faculdade Vale do Aço – FAVALE (Açailândia – MA), e elaborado cuidadosamente o destorroamento de maneira homogênea para não prejudicar no diâmetro dos grãos de material e aferidos o seu peso em balança de precisão também presente no laboratório. Para a realização do ensaio de granulometria do solo, utilizou-se com base à NBR 7181 (2018), o ensaio foi realizado no Laboratório da empresa Franco Engenharia em Imperatriz – MA.

O comportamento dinâmico do perfil de solo no que se refere ao seu potencial de transportar lixiviados e o teor de umidade natural presente no solo, pode ser expresso pela massa de água retida pelo solo, determinado pelo seu potencial de saturação.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As características geotécnicas foram representadas de acordo com a curva granulométrica determinada a partir do peneiramento da amostra como ilustra a Figura 2 abaixo.

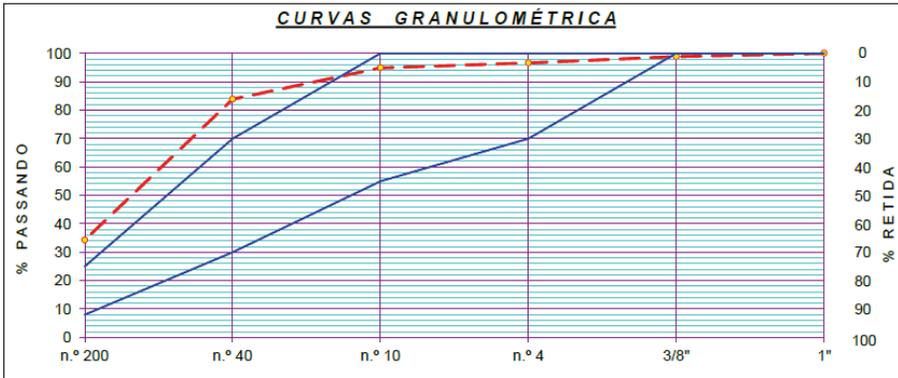


Figura 2: Curva granulométrica da amostra de solo coletada

Fonte: Autores, 2022.

No decorrer do ensaio notou-se 100% da amostra passou nas peneiras de malha 2” e 1” em que passou a reter material a partir da peneira 3/8” representando apenas 1% do peso a amostra. Contudo a amostra de solo obtida não se classifica como um solo com alto teor de silte e rochas, mas como um material com maior teor de finos onde 84% da amostra passou na peneira de n.º 40.

De acordo com a análise da curva granulométrica é possível classificar o solo a partir da granulometria tendo por base o triângulo de Feret (BUENO, VILAR, 1980), segundo o sistema de classificação de solos a partir da textura a amostra coletada caracterizou-se de acordo com a Figura 3 descrita abaixo.

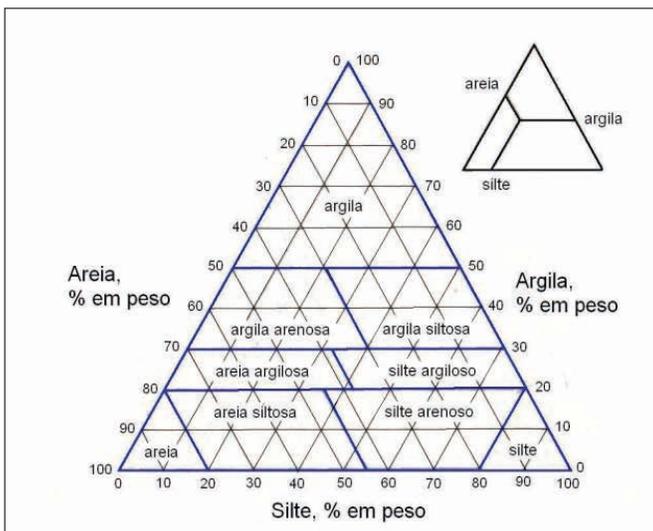


Figura 3: Classificação do solo a partir do triângulo de Feret

Fonte: Adaptado de Bueno e Vilar (1980).

Conforme a classificação o solo pode ser especificado como uma argila arenosa devido ao alto teor e areia fina na sua composição e baixo teor de argila, e seu índice de silte baixíssimo.

A partir do ensaio utilizando a estufa foi possível determinar o teor de umidade presente no solo de cada amostra utilizada para análise como descreve a Tabela 1 a seguir.

<b>UMIDADE HIGROSCÓPICA</b>		
<b>CÁPSULA</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
PESO BRUTO ÚMIDO (g)	57,09	62,23
PESO BRUTO SECO (g)	56,18	61,21
PESO DA CÁPSULA (g)	12,50	13,16
PESO DA ÁGUA (g)	0,91	1,02
PESO DO SOLO SECO (g)	43,68	48,05
UMIDADE %	2,1	2,1
<b>UMIDADE MÉDIA %</b>	<b>2,1</b>	

Tabela 1: Determinação do teor de umidade das partículas de solo

Fonte: Autores, 2022.

A argila arenosa comumente apresenta limite de liquidez > 50%, permeável em condição natural, mas se torna uma barreira impermeável quando compactado, possibilitando a passagem de percolados devido o teor de areia presente no seu interior, o perfil também possui a característica de apresentar pouca umidade e seca rapidamente em condições de temperatura elevada.

O solo da região do Lixão Municipal de Açailândia – MA é predominantemente argiloso arenoso e por conta do teor de areia um pouco elevado ele possui a capacidade de filtrar maior quantidade água quando comparado um solo argiloso que retêm água em seu interior, e por conta da presença de horizontes de silte em diferentes camadas do solo como representa a Figura 4 a seguir.



Figura 4: Perfil de solo presente na região de coleta da amostra

Fonte: Autores, 2022.

Para o ensaio de determinação do pH foram utilizadas 3 amostras de 10 g de solo para a aferição com o uso de soluções padrão de pH entre 4,00 – 7,00 como ilustra a Tabela 2 abaixo.

CARACTERIZAÇÕES	AMOSTRA A	AMOSTRA B	AMOSTRA C
PESO DE SOLO (g)	10,003	10,034	10,047
VOLUME DE ÁGUA DESTILADA (ml)	25	25	25
PH H2O	8,2	7,7	8,5
PH MÉDIO H2O		8,13	
PH DA AMOSTRA DE SOLO	5,7	5,3	5,4
PH MÉDIO		5,47	
$\Delta$ PH (Ph H2O – Ph Solução)	- 2,5	- 2,4	-3,1

Tabela 2: Variação de pH das amostras obtidas no ponto de coleta

Fonte: Autores, 2022.

## 4 | CONCLUSÃO

O ensaio de pH do solo tem por função avaliar as condições de um solo podendo ter caráter ácido, neutro ou alcalino, diante dos resultados obtidos no ensaio no local de coleta da amostra, o solo apresentou um pH < 7 apresentando caráter ácido, com possibilidade contaminação de corpos hídricos próximos.

Tendo por base os resultados obtidos a pesquisa concluiu-se que o pH do solo em função avaliar o impacto causado ao solo, a presença do lixão ao longo dos anos, e as intensas queimadas, conseguiu prejudicar as características do solo, tornando-o mais ácido e reduzindo a presença de cálcio, magnésio na composição além de dificultar o processo de decomposição orgânica da matéria.

Verificou-se que nas condições nas quais as amostras foram encontradas, o teor de umidade apresentou-se por volta de 2,1% da massa total das utilizadas para aferição, assim devido estar presente em uma zona tropical este índice é comum por conta das grandes variações de temperatura e a predominância de vegetação com raízes rasas, assim contribuindo para o baixo transporte de lixiviados.

De acordo com os resultados indicaram que na área que se encontra o lixão municipal em camadas mais profundas do solo no campo entre 50 a 100 cm foram constatados indícios de contaminação do solo por lixiviados na área de coleta da amostra, mas para evitar futuros impactos ambientais é necessário a implantação de métodos de disposição final adequados como aterros sanitários.

É necessário um maior número de coleta e análise de mais parâmetros para obter mais variáveis para determinar o grau de contaminação do solo da região e entorno para oferecer um resultado mais consistente de avaliação geoquímica do solo presente no Lixão Municipal de Açailândia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria e a oportunidade de participar de desta oportunidade de adquirir conhecimento.

Agradeço aos orientadores Me. Lucas Manoel e Ma. Ludimilla da Silveira, por promover esta mostra científica inovadora.

Em conjunto agradeço a Franco Engenharia por ceder tempo e o espaço da sua empresa para a realização dos ensaios juntamente com toda a sua equipe qualificada para suporte além de fornecer o aprendizado, que contribuiu para realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Caracterização. Rio de Janeiro, RJ, 1986.9p.

\_\_\_\_. NBR 7181: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, RJ, 1984c. 13p.

\_\_\_\_.NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, Rio de Janeiro, RJ, 1992. 7p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010.

BUENO, B. S.; VILAR, O. M. Mecânica dos solos. Apostila 69. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 131p.

CARVALHO, J. C.; GITIRANA JR., G. F. N.; MACHADO, S. L.; MASCARENHA, M. M. A.; SILVA FILHO, F. C. Solos não saturados no contexto geotécnico. São Paulo: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2015. 759p.

COMITÊ GESTÃO AMBIENTAL (MARANHÃO - BR). Relatório Final da Política Local de Saneamento Básico e do Plano Municipal de Saneamento Básico. Açailândia, 2017.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.

SISINNO, C. L. S. & MOREIRA, J. C. Cad. Saúde Pública., Rio de Janeiro, 12(4):515-523, out-dez, 1996.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (BRASIL). Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso: em Outubro de 2019.