

ESTIMATIVA DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO NOS VAZADOUROS DE DOIS MUNICÍPIOS AMAZONENSES

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.III-032>

Marcelo Dayron Rodrigues Soares (*), Luan Vinicius Mar Cavalcante, Lucas Pinheiro Pantoja, Eliezer Lúcio Fernandes Lima, Diego da Costa Corrêa

* Instituição de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM, e-mail: msoares@ufam.edu.br.

RESUMO:

Nas cidades brasileiras, a destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos é uma prática recorrente, gerando impactos ambientais relevantes e riscos à saúde pública. Este trabalho teve como objetivo estimar o teor de matéria orgânica do solo nos vazadouros dos municípios de Lábrea-AM e Manicoré-AM, além de diagnosticar possíveis contaminações do solo e da água superficial decorrentes da disposição incorreta dos resíduos. Para isso, foram realizadas visitas in loco para georreferenciamento, registro fotográfico e coleta de amostras de solo e água. Nos vazadouros de ambos os municípios, foram definidos oito pontos amostrais, com profundidade de 0 a 80 cm, para análise de variáveis como teor de matéria orgânica e pH do solo. A análise do pH é essencial, pois influencia diretamente a decomposição da matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes, podendo acelerar ou dificultar os processos biogeoquímicos no solo. Amostras de água superficial coletadas nas proximidades também foram submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas, visando identificar possíveis contaminações. Os resultados revelaram variações significativas no teor de matéria orgânica e nos níveis de pH entre os pontos analisados, refletindo diferentes graus de decomposição dos resíduos, alterações nas condições químicas do solo e ausência de manejo adequado nos vazadouros estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos; Impacto Ambiental; Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que várias cidades brasileiras têm enfrentado diz respeito às crescentes ondas de resíduos sólidos descartados em vazadouros a céu aberto. Essa situação, até então, tratada com desdém, implica em vários aspectos da vida do ser humano, como torná-lo vulnerável ao contágio de doenças, há riscos de consumo de água impura, além da degradação do solo e a poluição do ar. Além dos impactos supracitados, o acúmulo de resíduos orgânicos descartados incorretamente afeta diretamente as características do solo, sobretudo no aumento de carbono orgânico no ambiente.

Acontece que a decomposição de resíduos orgânicos, como madeira, plástico, papel, alumínio, dentre outros, influencia na estrutura física do solo e, se não descartados corretamente, irão emitir gases de efeito estufa, como o metano e o dióxido de carbono. Segundo Silva et al. (2018), “os resíduos orgânicos em decomposição são os principais responsáveis pela liberação de gases que contribuem para o aquecimento global, além de contaminarem o solo e lençóis freáticos”.

A contaminação do solo acaba por se tornar o maior problema, haja vista que os descartes desses resíduos alteram, subsidiariamente, todas as propriedades do solo, e, posteriormente, afetam a água e o ar, simultaneamente. Como destaca Mattos (2015), “o solo funciona como um filtro natural, e sua degradação compromete diretamente a qualidade da água e do ar, evidenciando os riscos associados ao descarte inadequado de resíduos”.

A inexistência de um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos nessas áreas evidencia a urgência de medidas estruturais e educativas, que envolvam tanto o poder público quanto a participação comunitária na busca por soluções sustentáveis. Devido a essas razões, é imprescindível concernir acerca do descarte de matérias orgânicas em vazadouros, para que haja políticas públicas de monitoramento, de forma que o descarte seja feito de maneira consciente. Dessa forma, investigar a quantidade de carbono orgânico presente nos solos dos vazadouros é essencial tanto para compreender os impactos ambientais locais quanto para avaliar seu potencial papel nos ciclos biogeoquímicos do carbono.

É importante destacar que a análise do teor de matéria orgânica no solo oferece subsídios técnicos importantes para compreender o nível de degradação ambiental causado pela disposição inadequada dos resíduos. Os dados obtidos podem ser utilizados como base para o planejamento de ações de recuperação das áreas afetadas, contribuindo também

para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes voltadas à gestão de resíduos sólidos e à preservação dos recursos naturais.

Esse estudo tem, dentre outros, o objetivo de quantificar o teor de matérias orgânicas (carbono orgânico) em solos de vazadouros em diferentes profundidades do solo, nos municípios de Lábrea e Manicoré, ambos localizados no sul do estado do Amazonas. A escolha desses municípios aconteceu por serem municípios que têm enfrentado dificuldades referentes a resíduos sólidos, principalmente por terem lixões a céu aberto, o que agrava o meio ambiente. Além disso, o levantamento de dados em campo permitiu observar de forma direta as condições precárias em que os resíduos estão sendo descartados, sem qualquer tipo de impermeabilização do solo ou sistemas de drenagem para o chorume, o que potencializa a contaminação ambiental.

Por fim, espera-se que este estudo contribua para o fortalecimento do debate sobre os impactos ambientais dos lixões a céu aberto na Amazônia, alertando para a necessidade de avanços na estrutura de saneamento básico dos municípios estudados. A adoção de práticas corretas de descarte e o monitoramento contínuo da qualidade do solo e da água são medidas indispensáveis para garantir o equilíbrio ambiental e promover saúde e bem-estar às populações locais.

OBJETIVOS

Objetivo Geral: Quantificar o teor de Matéria Orgânica nos vazadouros dos municípios de Lábrea-AM e Manicoré-AM.

Objetivos Específicos:

- Coletar e caracterizar amostras de solo dos vazadouros dos municípios de Lábrea-AM e Manicoré-AM, considerando diferentes profundidades e pontos de amostragem para representar adequadamente a área estudada;
- Determinar o teor de matéria orgânica presente nas amostras de solo coletadas;
- Comparar os teores de matéria orgânica entre os dois municípios, avaliando possíveis variações em função do tipo de resíduo depositado, tempo de atividade dos vazadouros e condições ambientais locais;
- Propor recomendações para a gestão ambiental dos vazadouros, com base nos resultados obtidos, visando mitigar impactos negativos e promover práticas mais sustentáveis de manejo do solo e dos resíduos.

METODOLOGIA

Tipo de pesquisa

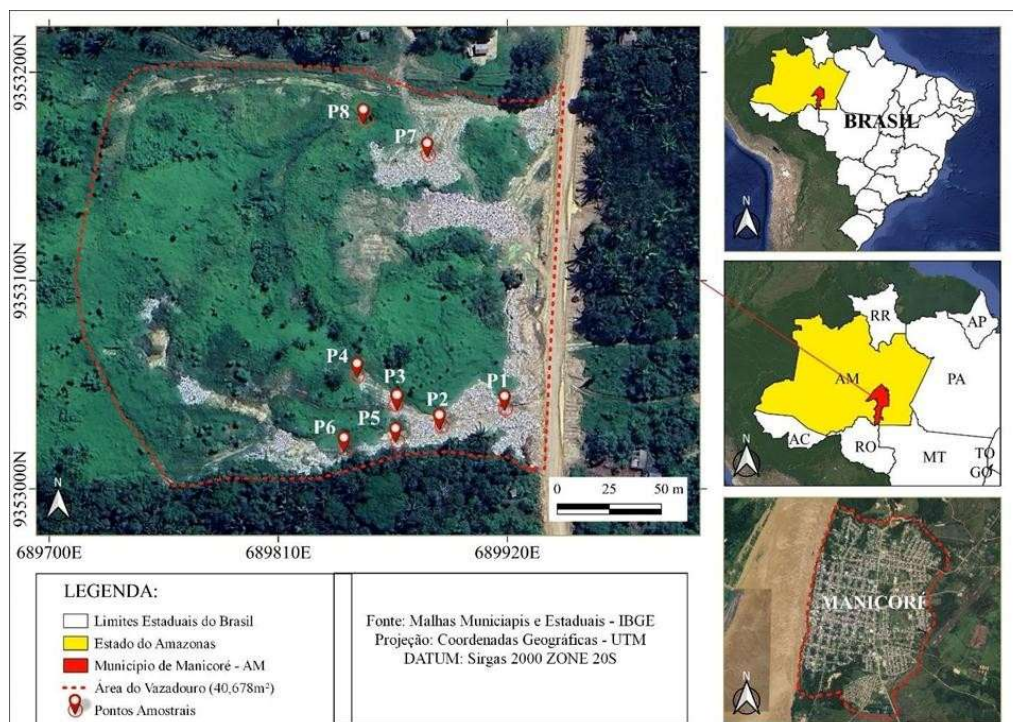
A princípio, o presente trabalho contou com abordagens metodológicas relativas a pesquisas bibliográficas sobre o objeto de estudo, através de consultas realizadas em acervos de revistas, periódicos acadêmicos e artigos, consultas em banco de dados (IBGE) e em legislações que tratam sobre a temática. Em seguida, foi realizada uma visita técnica no local de disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) para reconhecimento da área, coleta de amostras de solo, coleta de água em poço de abastecimento humano para posterior análise laboratorial, levantamento de fotografias digitais e georreferenciamento do perímetro.

O caráter exploratório e descritivo da pesquisa permitiu compreender de forma mais ampla os impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos, a partir da realidade observada in loco. Como destaca Gil (2008), “a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Nesse sentido, a combinação entre análise documental, observação direta e coleta de dados em campo contribuiu para a construção de uma compreensão crítica do fenômeno estudado.

Área de Estudo – Manicoré/Am

O município de Manicoré, *in loco* do presente estudo, apresenta as seguintes coordenadas: Latitude: 5° 48' 34" Sul, Longitude: 61° 18' 2" Oeste. E população de entorno de 57.405 mil habitantes de acordo as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021.

Figura 1: Mapa de Localização da área de estudo Manicoré AM.



Fonte: Cavalcante, 2024.

A cidade de Manicoré – AM, pertence à Mesorregião do Sul Amazonense e Microrregião do Madeira, tendo a sua área do “lixão” localizada na Estrada do Inajá, a uma distância de 5,1 km do perímetro urbano do município. *In loco* foram distribuídos um total de oito pontos de coleta para as amostras de solo e um ponto para coleta de efluente em poço de abastecimento humano, com o objetivo de avaliar a presença de possíveis contaminantes do solo e de águas subterrâneas, os pontos estão descritos na tabela 1

Tabela 1: Localização geográfica dos pontos coletas – Manicoré.

PONTOS AMOSTRAIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
P1	S 5°51.054"	W 61° 17.081"
P2	S 5°51.052"	W 61° 17.088"
P3	S 5°51.038"	W 61° 17.128"
P4	S 5°51.026"	W 61° 17.143"
P5	S 5°51.022"	W 61° 17.156"
P6	S 5°51.049"	W 61° 17.156"
P7	S 5°50.941"	W 61° 17.156"
P8	S 5°53.201"	W 61° 17.156"

Fonte: O Autor, 2025.

Área de Estudo: Lábrea – Am

O município de Lábrea está localizado, na mesorregião sul do Estado do Amazonas, região que possui um clima classificado como tropical de monção de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, significando que há uma temporada de chuvas intensas seguida por uma temporada de estiagem mais moderada, suas coordenadas são Latitude 7°15'32" Sul e Longitude 64° 47' 52" Oeste. O município de Lábrea tem uma extensão territorial considerável, cobrindo aproximadamente 68.262,680 km². A população do município é de 45.448 habitantes, conforme registrado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022. O vazadouro de Lábrea está situado fora da área urbana do município, nas proximidades da rodovia BR-230 e apresenta uma extensão total de 102,378m².

Figura 2: Localização da área de estudo Lábrea-AM



Fonte: Cavalcante, 2024.

O local dos pontos de coleta foi definido em campo de acordo com as condições do dia de coleta, pois existem pontos no vazadouro que tornavam a coleta um desafio. In loco. Foram considerados 08 pontos amostrais, respectivos: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8, unicamente na profundidade de 40cm, conforme mostra a figura 1 e tabela 1. Devido a queima e a fumaça intensa, a coleta foi realizada em dois dias e em diferentes áreas, uma mais antiga (5 amostras) e outra mais recente (3 amostras) visando uma melhor representação equitativa para representar as diferentes condições do local.

As coordenadas geográficas dos pontos de coleta foram aferidas com o uso de GPS de Campo e plotadas na tabela 2:

Tabela 2: Localização geográfica dos pontos coletas – Lábrea.

PONTOS AMOSTRAIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
P1	S 07°16.434"	W 064°46.811"
P2	S 07°16.418"	W 064°46.820"
P3	S 07°16.418"	W 064°46.820"
P4	S 07°21.433"	W 064°41.405"
P5	S 07°16.526"	W 064°46.896"
P6	S 07°16.529"	W 064°46.889"
P7	S 07°16.527"	W 064°46.787"
P8	S 07°16.510"	W 064°46.925"

Fonte: o autor, 2025.

Procedimento de coleta das amostras de solo e tratamento

As visitas em ambos os pontos de estudo foram realizadas em períodos diferentes, entretanto, os procedimentos de retirada do solo, armazenamento e tratamento foram os mesmos. Os pontos amostrais foram retirados a uma profundidade de 40cm e para isso foram utilizados EPIs (luvas, botas, máscaras, calça camisa de manga e outros), trado de 1m de comprimento, facão e sacos plásticos para o armazenamento do material.

Com a realização da coleta, foi aplicado o TFSA (Terra Fina Seca Ar) para secar as amostras de maneira natural, este método consiste na secagem ao ar, destorroamento e peneiramento. Foi necessário um período de 62 horas para que todas as 16 amostras ficassem prontas, quando secas, foram trituradas e peneiradas em peneiras com malhas de 2mm, retirando-se os particulados indesejados como raízes, pequenos pedras e detritos, obtendo-se no final o material necessário para a obtenção dos índices de matéria orgânica. A figura 3 mostra parte do processo de coleta e os dois vazadouros que são objeto deste estudo.

Determinação de Matéria Orgânica

A matéria orgânica (MO) desempenha grande papel na reposição de nutrientes para o solo e atua como agente regenerador, a primeira camada do solo é chamada de "O" e é onde a concentração da MO é mais intensa, em camadas mais abaixo, há grande presença de materiais como argila ou silte. Durante a decomposição da MO, por se caracterizar como resíduo úmido, é comum que outros compostos sejam gerados como água e gás carbônico.

De acordo com o Manual de Métodos de Análise de solo da Embrapa, para a determinação do teor de matéria orgânica presente no solo foi necessário pesar 0,5 g do solo triturado e colocar em um Erlenmeyer de 250mL. Logo após, adicionar 10,00mL (pipetados) da solução de dicromato de potássio 0,0667 M. Deve-se incluir uma solução branco com 10,00mL da solução de dicromato de potássio e anotar o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto para que no final haja o valor a ser aplicado na equação. As amostras presentes no Erlenmeyer foram fechadas com vidro de relógio que age como condensador e em placa elétrica o material foi aquecido até a fervura branda, durante 5 minutos, figura 3:

Figura 3: 1) Amostras com dicromato de potássio. 2) aquecimento das amostras para determinar a MO.



Fonte: O autor, 2025.

Após deixar esfriar e juntar 80mL de água destilada, medida com proveta, 2ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina, foi realizada a titular com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹, até que a cor azul desapareça, cedendo lugar à verde. Todos os valores devem ser anotados e depois usados nas equações I e II para assim obter-se o teor de matéria orgânica presente no solo.

Equação I e II:

$$\text{I) } C \text{ (g/Kg)} = (40 - \text{Volume gasto}) * F = 0,6$$

Onde, F = (40/Sulfato ferroso gasto na prova em branco).

$$\text{II) } \text{M.O (g/Kg)} = C \text{ (g/Kg)} * 1,724$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas análises realizadas a partir da visita técnica, da coleta de dados em campo e das análises laboratoriais do solo e da água, foi possível identificar aspectos relevantes sobre a qualidade ambiental das áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos nos municípios de Lábrea-AM e Manicoré-AM. Os resultados obtidos permitiram compreender os impactos diretos da presença de matéria orgânica no solo, bem como a influência da disposição inadequada de resíduos sobre os recursos naturais locais. A seguir, apresentam-se os dados obtidos e uma discussão fundamentada com base na literatura científica, a fim de contextualizar os achados à luz de estudos anteriores e diretrizes ambientais vigentes.

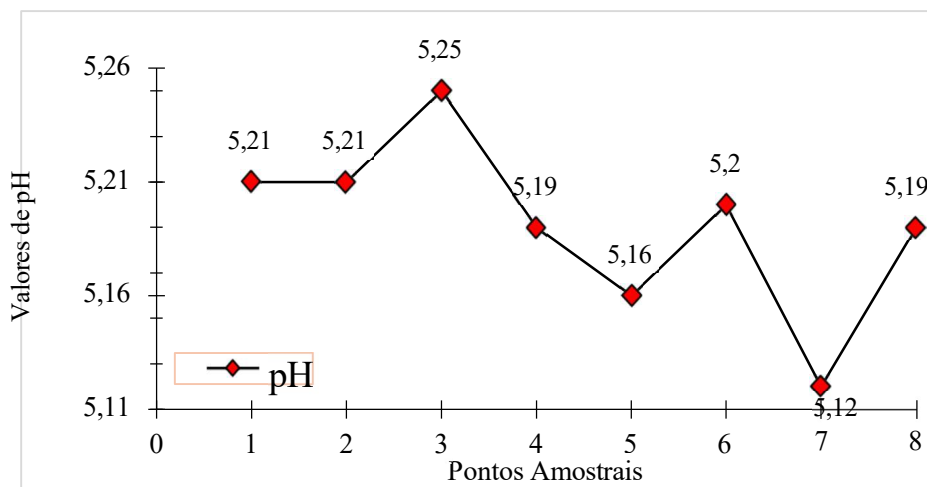
Análise do solo

pH e Matéria Orgânica

Os solos brasileiros, de modo geral, são considerados ácidos devido ao intenso intemperismo tropical das rochas, além deste fator, a decomposição de material orgânico influenciou de maneira considerável esta característica.

Com as análises do pH realizadas, fez-se possível encontrar os valores de pH, gráfico 1.

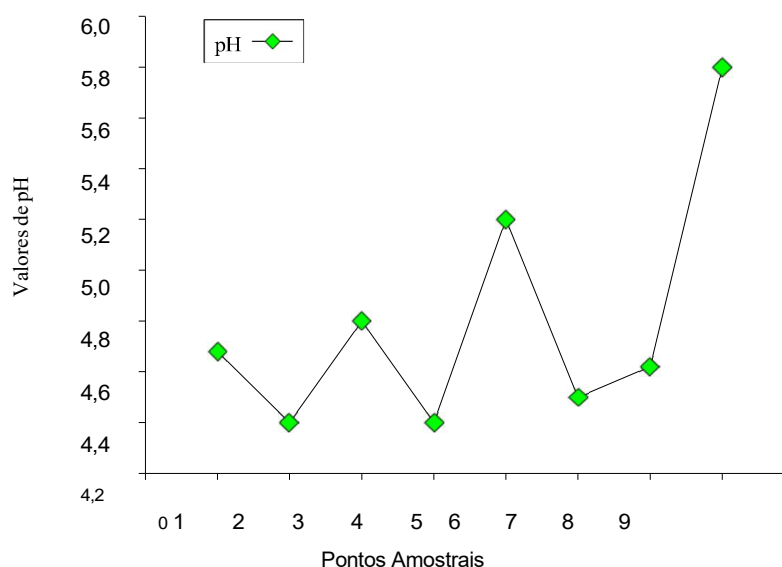
Gráfico 1: Valores de pH presentes nas amostras de solo em Manicoré-AM.



Fonte: O autor, 2024.

Observa-se que todos os valores de pH encontrados em Manicoré-AM, ficaram variando entre as faixas de 5 e 5,55 no qual o menor valor encontrado foi 5,12 (no ponto 7) e o maior 5,25 (no ponto 3), desta forma todas as amostras podem ser classificadas como ácidas. Solos ácidos apresentam grande concentração de íons de hidrogênio e alumínio, essa acidez promove o aparecimento de elementos tóxicos para as plantas, além de causar a diminuição da disponibilidade de nutrientes essenciais para as mesmas e para saúde do solo (Oliveira et al. 2014). Os resultados do pH permitem observar que todos os pontos estão sofrendo influência da contaminação acarretada pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos.

Gráfico 2: Valores de pH presentes nas amostras de solo em Lábrea-AM.



Fonte: O autor, 2024.

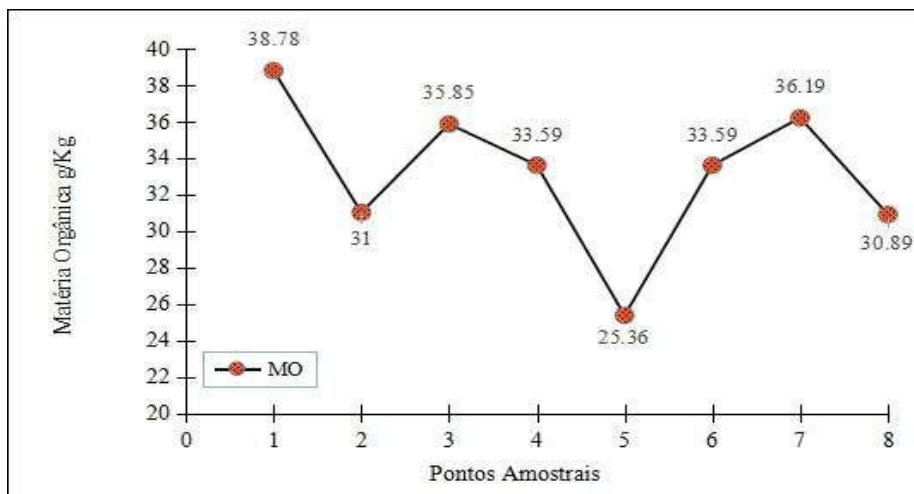
Os valores de pH do município de Lábrea-AM (gráfico 2), oscilaram de 4,4 a 5,8, nos pontos 02 e 08, respectivamente. Oliveira et al. (2016) avaliando os solos e as águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos na cidade de Humaitá/AM, encontraram valores de pH similares a este estudo. Para este mesmo autor, o processo de decomposição e de mineralização levam à produção de substâncias orgânicas de caráter ácido, reduzindo o pH do solo nas camadas superficiais. Em contraponto, Melloni et al. (2023) em estudo com a caracterização da condição

ambiental de lixão desativado através de indicadores de qualidade do solo observaram que das cinco subáreas do lixão estudadas, quatro apresentaram pH acima de 6,5.

Os baixos valores de pH neste estudo, são comuns nas regiões sob condições tropicais onde o grande volume de precipitação pluviométrica ocasiona a lixiviação dos metais alcalinos que, são lixiviados das camadas superiores pelas águas contendo CO₂, essas condições, de modo geral, favorecem a solubilização e mobilização de metais pesados na solução do solo e, por extensão, as perdas desses elementos por lixiviação (Rabelo *et al*, 2020).

As análises de matéria orgânica apresentaram valores máximos de 38,78 g/Kg e mínimo de 25,36 g/Kg, como mostra o gráfico 3:

Gráfico 3: Valores de matéria orgânica presentes nas amostras de solo em Manicoré-AM.



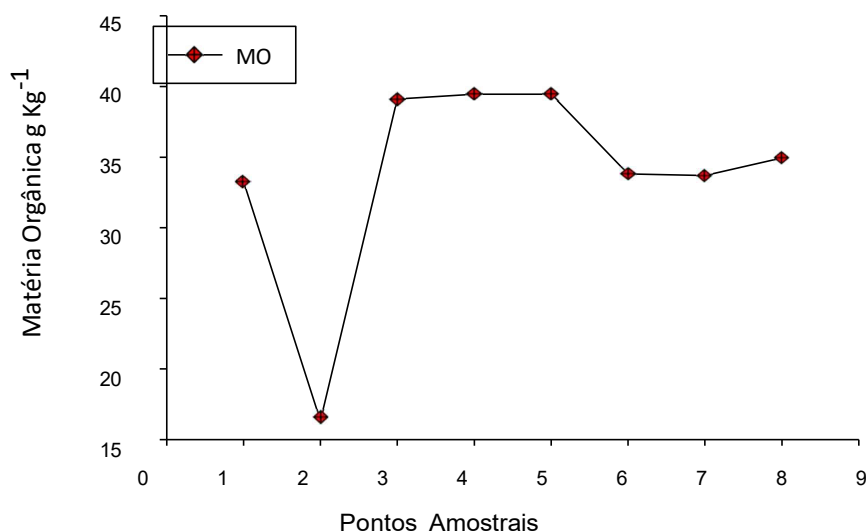
Fonte: O autor, 2024.

A matéria orgânica pode disponibilizar diversos nutrientes para o solo e um deles é o potássio (K), podemos notar esta relação ao observamos o ponto 1 que apresentou o maior índice de matéria orgânica (38,78) com o valor mais alto, sendo também o P1 com 0,11 de teor encontrado, valor não enquadrado como metal poluente. Oliveira et al. (2016) encontrou em seus estudos sobre a avaliação do solo e da água em áreas do vazadouro de Humaitá – AM, valores elevados de potássio em um dos pontos amostrais que recebe diariamente 11 toneladas de RSU, evidenciando a possível relação entre MO e K, uma vez que grande parte do material depositado são orgânicos.

Outros autores como Milhome et. al (2018) ao avaliarem a presença de MO, pH e metais tóxicos provenientes do descarte incorreto dos RSU encontraram valores mais altos de potencial de hidrogênio variando de 6,4 a 7,5 (maior alcalinidade) e de MO entre 8g/Kg a 60g/Kg. Ao realizar método da correlação de Pearson entre metais e matéria orgânica o autor observou que maior correlação da MO com os metais Zn, Mn e Fe e menor com Cr, Cu e Pb. Através da pesquisa, verifica-se a influência do material orgânico e do pH elevado na retenção de metais no solo e consequentemente na poluição dele.

A presença de altos teores de matéria orgânica em um lixão é um potenciador da contaminação do meio ambiente, por gerar condições para a interação de poluentes. Ao realizar estudos relacionado a contaminação do solo por metais tóxicos no vazadouro de Lábrea – AM, Braga (2024) encontrou resultados semelhantes com valores de MO variando de 16,34 a 39,46g/Kg e os de pH oscilaram de 4,4 a 5,8. O autor ainda conclui em sua pesquisa que nove variáveis foram estudadas, porém sem a presença metais pesados, como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4: Valores de matéria orgânica presentes nas amostras de solo em Lábrea-AM.



Fonte: O autor, 2024.

O Gráfico 4 representa o Teor de Matéria Orgânica nos pontos amostrais do lixão do município de Lábrea/AM, apresenta a variação da quantidade de matéria orgânica em diferentes locais dentro do lixão. O eixo horizontal (eixo X) representa os pontos amostrais numerados de 0 a 9, enquanto o eixo vertical (eixo Y) indica o teor de matéria orgânica, com valores que variam de 0 a 45, provavelmente expressos em porcentagem. A análise do gráfico revela uma distribuição irregular do teor de matéria orgânica entre os pontos amostrados. Alguns locais apresentam concentrações elevadas, próximas de 40% a 45%, o que indica um alto acúmulo de resíduos biodegradáveis como restos de alimentos, papel e vegetação. Em contrapartida, outros pontos mostram valores mais baixos, em torno de 15% a 20%, sugerindo áreas com menor presença de resíduos orgânicos ou maior proporção de materiais inorgânicos.

Essa variação nos teores pode ser explicada por diferentes formas de descarte, pela falta de separação dos resíduos ou por diferentes estágios de decomposição dos materiais. A presença elevada de matéria orgânica é um indicativo de que o lixão recebe uma quantidade significativa de resíduos que poderiam ser aproveitados por meio de compostagem, mas que, por falta de manejo adequado, acabam contribuindo para a degradação ambiental. Entre os impactos possíveis estão a formação de chorume, a proliferação de vetores de doenças e a emissão de gases poluentes como o metano, agravando os problemas sanitários e ambientais na região.

A leitura do gráfico evidencia, portanto, a necessidade urgente de políticas públicas voltadas à gestão adequada dos resíduos sólidos no município de Lábrea. Medidas como a implantação de coleta seletiva, educação ambiental da população e destinação correta da fração orgânica dos resíduos por meio de tecnologias sustentáveis poderiam reduzir significativamente os impactos negativos observados.

Além disso, o tratamento adequado dos resíduos orgânicos pode gerar benefícios econômicos, como a produção de adubo e a geração de energia, contribuindo para o desenvolvimento sustentável local. O gráfico serve, assim, como um importante instrumento de diagnóstico e planejamento para ações voltadas à melhoria das condições ambientais e de saúde pública do município.

Os níveis de MO encontrados nos pontos amostrais influenciam o pH que se torna ácido, diminuindo a capacidade de troca de carga do meio, desta forma, favorecem condições para percolação dos contaminantes e não sua retenção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico realizado a partir das análises químicas do solo na área do vazadouro do município de Manicoré, no Amazonas, apresentaram características levemente ácidas com o pH entre as faixas de 5,12 a 5,25 e MO variando de 38,78 g/Kg a 25,36 g/Kg.

Em relação as análises químicas do solo para verificar a presença de elementos traços, não foram detectadas a ocorrência de metais pesados de forma significativa nos pontos amostrais. O

empreendimento causa degradação da qualidade ambiental nos períodos de seca com as queimadas e nos períodos de chuva com a lixiviação de contaminantes para o solo e águas superficiais, além da propagação de vetores de doenças.

Com exceção da cor aparente, turbidez, coliformes totais e termotolerantes, todos os outros parâmetros físicos e químicos que foram analisados apresentaram valores dentro do que é estabelecido pela resolução brasileira do CONAMA.

Como medidas para atenuar a problemática, recomenda-se a elaboração do PGRS do Município, a promoção da coleta seletiva e criação de políticas públicas que ajudem na promoção da sustentabilidade através do gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 21 jun. 2025.
2. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2020.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 jun. 2025.
3. NOVOTNY, E. H. et al. **O papel do carbono do solo nos serviços ecossistêmicos e na mitigação das mudanças climáticas.** *Química Nova*, v. 38, n. 3, p. 472-482, 2015.
4. OLIVEIRA, A. P. et al. *Caracterização microbiológica e química de solos impactados por resíduos sólidos.* **Revista Ciência Ambiental**, v. 42, n. 4, p. 112-125, 2016.
5. OMS – Organização Mundial da Saúde. **Relatório sobre resíduos e saúde nas cidades em desenvolvimento.** Genebra: OMS, 2017.
6. ONU – Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis.** Brasília: PNUD Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 21 jun. 2025.
7. SILVA, A. R.; BRITO, L. G. *Educação ambiental e gestão de resíduos: práticas sustentáveis nas comunidades.* **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 72–80, 2018.
8. SILVA, C. A. *Matéria orgânica e qualidade dos solos: fundamentos e implicações para o manejo sustentável.* **Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 20, n. 2, p. 34-41, 2019.
9. SILVA, T. A.; MOURA, J. R.; CAMPOS, V. F. *Impactos dos lixões sobre o solo e a saúde pública: uma revisão bibliográfica.* **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 22, p. 56-67, 2018.
- 10.