



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO CAUSADA NO PERFIL DO SOLO, PELO
DESLOCAMENTO DE ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS, EM UMA ÁREA DO
LIXÃO DA CIDADE DE PARIPUEIRA-AL**

TIAGO DA PAZ

Rio Largo-AL

2022

TIAGO DA PAZ

**AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO CAUSADA NO PERFIL DO SOLO, PELO
DESLOCAMENTO DE ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS, EM UMA ÁREA DO
LIXÃO DA CIDADE DE PARIPUEIRA-AL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Campus de Engenharia Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Alagoas como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Cicero Alexandre Silva.
Co-orientador: Prof. Dr. José Roberto Santos

Rio Largo-AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

P348a Paz, Tiago da

Avaliação da contaminação causada no perfil do solo, pelo deslocamento de alguns elementos químicos, em uma área do lixão da cidade de Paripueira-AL. / Tiago da Paz – 2021.
39 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Cicero Alexandre Silva
Coorientação: Prof. Dr. José Roberto Santos

Inclui bibliografia

1. Contaminação do solo. 2. Lixo urbano. 3. Análise química. I. Título.

CDU 628

FOLHA DE APROVAÇÃO

TIAGO DA PAZ

AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO CAUSADA NO PERFIL DO SOLO, PELO DESLOCAMENTO DE ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS, EM UMA ÁREA DO LIXÃO DA CIDADE DE PARIPUEIRA-AL

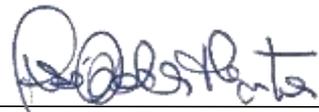
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 14 /12 / 2021

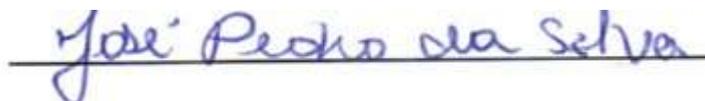
Banca Examinadora:



Prof ° Dr° Cicero Alexandre Silva , UFAL/CECA (Orientador)



Prof° Dr° José Roberto Santos UFAL / CECA (Co - orientador)



Prof° Dr° José Pedro da Silva , IFAL/MURICI

DEDICO

Àqueles que acreditaram em mim incondicionalmente ao longo da jornada, em especial a minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, porque sem esse momento não seria possível.

À minha família, principalmente a minha mãe por me dar todo apoio e incentivo para estudar, às minhas irmãs e sobrinhos por servirem de inspiração.

Aos Professores: Cicero Alexandre Silva, Mauro Vagner de Oliveira, José Roberto Santos, José Pedro da Silva, Vilma Marques e Ligia Sampaio Reis.

Aos agrônomos, Carlos Barreto, Jeferson Azevedo, Jaelcio Paulino e Arthur Felipe.

Aos amigos de graduação, Cosme Angelo, José Francisco Buarque, Thalles Ferreira, Everton Sebastião, Nathalia Tavares, Rafaella Ferreira, Fabiana da Paz, Nivandilmo Silva, Flavio Henrique, John Willian, Abdon filho, Larisse Abreu, Luis Fernandes, Lucas Marques, Nathaniel Ewerton pelos ótimos momentos de alegria e amizade.

Ao meu mestre Dr. Cicero Alexandre, pelos ensinamentos e transmissão de seus conhecimentos e pela compreensão nos momentos de dificuldades.

RESUMO

O trabalho teve como prerrogativa avaliar a contaminação causada no perfil do solo, pelo deslocamento de alguns elementos químicos em uma área do lixão da cidade de Paripueira-AL por meio de um estudo químico no perfil do solo. Para tanto, foi realizado um estudo em um modelo estatístico fatorial 2x6 (com e sem lixo x seis profundidades). O trabalho teve a seguinte sequência: abertura de trincheiras, coleta do solo em diferentes profundidades no perfil, análises químicas do solo em laboratório, interpretação e comentários técnicos, além da revisão da literatura adequada ao tema. Dentre os principais resultados pode-se ressaltar que o lixo urbano não causou contaminação nas camadas mais profundas do solo estudado e na comparação com áreas sem lixo urbano e nem contribuiu para o aumento de elementos químicos nas camadas de solos abaixo de 20 centímetros. Embora as substâncias contaminantes não tenham atingido camadas mais profundas neste estudo, outros estudos de natureza microbiológica podem se fazer necessários para se obter uma visão mais ampla sobre os impactos ao solo e ao lençol freático.

Palavras-chave: Contaminação do solo; Lixo urbano; Análise química.

ABSTRACT

The work had as prerogative to evaluate the contamination caused in the soil profile, by the displacement of some chemical elements in an area of the garbage dump in the city of Paripueira-AL through a chemical study of the soil profile. For this purpose, a study was carried out. Therefore, a study was carried out in a 2x6 factorial statistical model (with and without garbage x six depths). The work had the following sequence: construction of trenches, soil collection in different depths in the profile, chemical analysis of the soil in the laboratory, interpretation and technical comments, in addition to a review of the literature appropriate to the topic. Among the main results, it can be highlighted that urban waste, over time and after decomposition, did not cause contamination in the deeper layers of the studied soil, and in the comparison between areas with and without urban waste, it was observed that there was no contribution of chemical elements to soil layers below 20 centimeters. Although the contaminating substances did not reach deeper layers in this study, other studies of a microbiological nature may be necessary to obtain a broader view of the impacts on the soil and the water table.

Keywords: Soil contamination; Urban garbage; Chemical analysis.

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Vista geral da área estudada, vendo ao fundo o lixão da cidade de Paripueira – AL..24

Foto 2. Vista da área estudada, vendo-se a trincheira onde foram coletadas as amostras de solos, na área que recebeu lixo urbano da cidade de Paripueira AL.....25

Foto 3. Vista da área estudada, vendo-se ao fundo a area que serviu de testemunha, caracterizada como área que recebeu lixo urbano da cidade de Paripueira AL.....25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Esquema estatístico da análise de variância	26
Quadro 2 - Influência do lixo urbano no pH do solo, na profundidade que vai de 0 até 120 centímetros.....	26
Quadro 3 - Influência do lixo urbano no teor de Fósforo (mg dm^{-3}) do solo, na profundidade que vai até 120 centímetros.....	28
Quadro 4 - Influência do lixo urbano no teor de Potássio (mg dm^{-3}) do solo, com e sem lixo urbano na profundidade que vai de 0 até 120 centímetros.....	30
Quadro 5 - Influência do lixo urbano nos teores de $\text{Ca}+\text{Mg}$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo, na profundidade que vai de 0 até 120 centímetros.....	31
Quadro 6 - Influência do lixo urbano nos teores de MOT (g kg^{-1}) do solo na profundidade que vai de 0 até 120 centímetros.....	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – pH dos solos, coletados na profundidade de 0 a 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.....	27
Gráfico 2 – Teores de fósforo (g dm^{-3}) dos solos, coletados na profundidade de 0 a 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.....	29
Gráfico 3 - Teores de potássio (mg dm^{-3}) dos solos coletados nas áreas com e sem lixo urbano na profundidade que vai de 0 ate 120 cm	31
Gráfico 4 - Teores de $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$) dos solos coletados nas áreas com e sem lixo urbano na profundidade que vai de) ate 120 cm	32
Gráfico 5 - Teores de MOT (g kg^{-1}) dos solos coletados nas áreas com e sem lixo urbano, na profundidade que vai de 0 até 120 cm.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica

Al⁺³- Alumínio

°C - Grau Celsius

Ca - Cálcio

Ca + Mg - cálcio + magnésio

CLU - com lixo urbano

COS - Carbono orgânico do solo

CO₂ - Carbono

CONAMA - Conselho Nacional do Meio ambiente

Cu - Cobre

CTC - Capacidade de troca catiônica

CMOL_c - Centimol de carga

dm⁻³ - Decímetros por metro cubico

FF - Fazenda Fiore

Fe - Ferro

GL - grau de liberdade

H – Hidrogênio

IMA - Instituto do Meio Ambiente

K - Potássio

LU - Lixo urbano

mg - Miligrama

Mg - Magnésio

Mn – Manganês

mm - Milímetros

MOD - Materia Organica decomponivel

MTO - Matéria orgânica total

MPE - Ministério Público estadual

Na - Sódio

NS - Não significativo

NBR - Norma Brasileira

P - Fósforo

p - Probabilidade

pH - Potencial hidrogenico

PNMA- Política Nacional de meio ambiente

PNRS - Polícia Nacional de resíduos sólidos

SLU- Sem Lixo Urbano

S – Sul

T - Tratamento

W - Oeste

Zn – Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Lixo urbano e problemas ambientais	15
2.2 Rede de esgoto e lixão da cidade de Paripueira- AL, segundo visitas de campo	17
2.3 Propriedades dos solos	17
2.3.1 Origem do solo	18
2.3.2 Perfil do solo	19
2.4 Atributos químicos do solo	19
2.4.1 pH	19
2.4.2 Fósforo	20
2.4.3 Potássio	21
2.4.4 Cálcio e magnésio	21
2.4.5 Matéria orgânica do solo	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Tratamentos e Delineamento estatístico	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 pH	25
4.2 Fósforo	27
4.3 Potássio	28
4.4 Cálcio + Magnésio	30
4.5 Matéria orgânica total	32
5 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A geração de lixo, proveniente de áreas urbanas e que é depositado em localidades desabitadas e distantes das comunidades geradoras, formam o que se chama na linguagem popular de *lixão*. Esse lixo quando não coletado e descartado corretamente, acarreta em ameaça à saúde da população local e contaminação aos recursos naturais (SALAMONI et al., 2009). Esse fator têm proporcionado muitas preocupações aos órgãos disciplinadores e fiscalizadores ligados à saúde pública e ao meio ambiente, em decorrência dos riscos e alterações, danificações e até mesmo destruição total do equilíbrio natural, compreendido pela interrelação entre terras, fauna, vegetação e às bacias hidrográficas.

Atualmente é obrigatório, por exigência da lei nº 12.305/2010, que trata da política nacional de resíduos sólido e educação ambiental, para se iniciar quaisquer atividades nos setores agrícolas, industriais ou comerciais, seja na zona urbano ou rural, são necessários estudos sobre os possíveis impactos ao meio ambiente, visando impedir ações propiciantes de danos à natureza, com consequências desastrosas, e muitas vezes irreversíveis ao ambiente natural, e que poderão ocasionar prejuízos irreparáveis às presentes e futuras gerações ligadas a estas áreas (BRASIL, 2010).

SÁNCHEZ (2015) estabelece que a avaliação de impactos ambientais, é uma atividade de cunho preventivo e norteador a ser seguido por quem desejar realizar qualquer tipo de atividades em determinada área ambiental. Com isso para avaliar os impactos ambientais provocados pela deposição do lixo no solo, sejam do âmbito físico, químico ou biológico, faz-se necessário seguir parâmetros que avalie a degradação do material orgânico, o avanço no processo oxidativo de metais e se os mesmos liberam elementos químicos para as camadas mais profundas do solo.

GOMES (1987) propôs uma relação de um conjunto mínimo por variáveis químicas, físicas e biológicas que acompanhadas, ao longo de determinado tempo, sejam capazes de revelar algumas alterações na qualidade do solo, avaliado em função do seu manejo, pois, segundo (DE-POLLI & GUERRA 2008), a maioria das modificações que ocorrem nos atributos do solo apresenta uma estreita correlação com a presença da matéria orgânica total (MOT).

O ataque inicial aos materiais orgânicos que são adicionados ao solo é realizado por representante da mesofauna, representada por oligoquetos, formigas, térmitas e outros (OLIVEIRA et al., 2013). Paralelamente ocorrem transformações conduzidas por enzimas extracelulares produzidas por microrganismos (STEVENSON, 1994), que ao atacarem a matéria orgânica decomponível (MOD) ocasiona a transformação rápida, dos compostos

orgânicos prontamente disponíveis (açúcares, proteínas, amido, gordura, vitaminas, sais minerais, água, celulose e fibra), onde as bactérias são especialmente ativas e transformadoras.

Conforme (GUEDES, 2008) inúmeros metais pesados (alumino, chumbo, zinco, cádmio, cromo, mercúrio, entre outros) que são inerentes dos mais variados resíduos provenientes de lixo, e que tem um alto potencial tóxico, poderá trazer riscos ambientais e sociais. Com o ataque oxidativo nesses materiais, que são hidratados, ionizados ou combinados com alguns radicais, formam moléculas com diferentes pesos moleculares, proporcionando o seu deslocamento em profundidade no perfil do solo, sendo esse deslocamento ocasionado por fluxo de massa.

Dessa forma, estudou-se modificações nos atributos químico no perfil do solo duas áreas fisiográficas, a primeira coberta com vegetação e sem lixo urbano (SLU) e a segunda com lixo urbano (CLU), enfocando quanto ao fato desta proporcionar contaminação e subseqüentemente, poluição ao ambiente superficial e subterrâneo, mediante a infiltração de elementos químicos no perfil do solo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Lixo urbano e problemas ambientais

Quando se fala de problemas ambientais urbanos é possível citar vários, principalmente aqueles que são provenientes de fenômenos ambientais, ao exemplo da inversão térmica, as ilhas de calor e a chuva ácida (GOUVEIA, 2012). Mas quando relacionamos a ação antrópica, ou seja, a ação do homem, um dos problemas mais específicos que são gerados trata-se do lixo urbano.

O lixo talvez seja um dos problemas que a humanidade convive com mais constância. Por definição, lixo é aquele material de rejeito que sobra a partir do momento que o indivíduo ou empresa consume algum produto produzido com resíduos sólidos (MARTINEZ-NIETO, 2011). Este lixo pode ser de origem orgânica, comercial, industrial, hospitalar, eletrônico, nuclear ou espacial, sendo o conjunto de todos estes resíduos denominado de lixo urbano (LU).

Segundo (REIS; FRIEDE; LOPES, 2018), o consumo desenfreado, dentre outros fatores, é o que mais está relacionado a problemática do excesso de material de rejeito gerado pelas populações. Isto vem gerando graves consequências ao meio ambiente, pois quanto mais um indivíduo consume produtos, maior é a demanda de extração de matéria-prima para produzir os produtos e maior será também a demanda por espaços de acondicionamento de todo o lixo urbano que será gerado com este consumo desenfreado (DE SOUZA FILHO; NETO;

GOUVEIA, 2013).

No Brasil, o estágio final do LU são os aterros controlados, aterros sanitários, ou o mais comum, os lixões. Além do que, a deposição final de resíduos proveniente de lixo urbano é caracterizado como conjunto de etapas com o objetivo de selecionar e reaproveita o mesmo (MAGALHÃES, 2015).

Ainda que a legislação ambiental do Brasil tenha exigido desde 1981 a extinção dos lixões, por meio da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e a destinação adequada em aterros sanitários (REIS; FIREDE; LOPES, 2018), espaços com montanhas de lixo, muitas vezes superiores a 20 metros, formados pelo descarte sem distinção, de diversos resíduos, inclusive o orgânico, com emissão de poluentes livre e odor emitido no espaço disposto e com animais soltos ao redor é o cenário real da maioria dos locais de destinação final do resíduo doméstico.

O método de disposição de LU em aterro sanitário é o mais utilizado no mundo todo para o descarte adequado de resíduos. Instalado de forma que não prejudique a população nem o meio ambiente, a estrutura deste ambiente comporta uma estação de tratamento, manta protetora do solo e tubulações de escoamento de chorume, entre outros. Medidas que irá evitar problemas ambientais como a contaminação so solo que pode gerar perda de vegetação e contaminação da água (GOUVEIA, 2012).

A contaminação do solo é avaliada pela análise do teor destas substâncias e a condição de contaminado acontece indiscutivelmente por ação antrópica, que através das atividades voltadas ao desenvolvimento urbano e tecnológico, geram processos e produtos que eliminam substâncias químicas poluentes, liberadas por indústrias, alimentos e diversos outros materiais. O chumbo, cádmio, mercúrio e cromo são algumas destas substâncias que em alta concentração são maléficas ou até nocivas a vida humana e vegetal e são encontradas no meio ambiente em virtude do uso de agrotóxicos, da existência de lixões e atividades que geram descarte irregular de resíduos sólidos e líquidos (SOARES; FARIA; ROSA, 2016).

Quando lançados em terrenos não controlados, como os aterros sanitários, provocam a contaminação do solo, podem contaminar também lençol freático e os alimentos que a população consome. (GOUVEIA, 2012) ressalta que a falta de saneamento básico, de coleta seletiva e de uma destinação final correta, são os principais fatores da problemática da contaminação dos solos, ou seja, é a correta implementação e aplicabilidade da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) nos municípios que irá proporcionar o controle das propriedades e da qualidade do solo (SOARES; FARIA; ROSA, 2016).

2.2 Rede de esgoto e lixão da cidade de Paripueira- AL, segundo visitas de campo

A precariedade na rede municipal com relação ao esgoto, faz com que os moradores motivados por não terem uma rede de esgoto pública acessível, construam fossas sépticas de alvenarias sem nenhuma estrutura correta para o descarte de seus resíduos (ALBUQUERQUE, 2016 p. 90). Com a deposição desses resíduos não tratados, ocorre contaminação do solo e consequentemente esses resíduos quando infiltra no solo contamina os lençõs freáticos. Visto que, o uso indiscriminado do solo para estes fins, quanto a colocação de resíduos sólidos, há uma tendência de interferir na qualidade das águas, potencializando risco à saúde da comunidade local (ROWE & CARDOSO, 2009).

Segundo (WEB, 2015 online), a localização do lixão municipal situa-se no Alto da Boa Vista a qual fica a menos de 3 km do centro da cidade, na Fazenda Foire e tendo como referência um conjunto residencial a qual foi invadido por famílias de desabrigados há vários anos. Nesse lixão várias pessoas circulam diariamente inclusive crianças, adolescentes e animais, andam em meio a montanhas de lixo para catar dejetos, sem o mínimo cuidado. Além do que, na área de deposição de lixo havia uma nascente com vegetação nativa e que a mesma foi aterrada. A ineficácia no planejamento municipal com relação a essa problemática, contribuiu para agravar os cenários de degradação ambiental evidenciado na atualmente (FERREIRA et al., 2012).

A coleta de resíduo na cidade é realizada através de caminhão e com auxílio dos catadores. Como não há fiscalização para que seja feita, corretamente a coleta e descarte desse lixo, a coleta é realizada em toda a cidade, pegando todo tipo de resíduo, residencial, comercial e até hospitalar, tornando um grave problema de saúde pública. O lixo hospitalar, por conter material contaminado, deveria ser recolhido nas unidades de saúde e incinerado como previsto na legislação vigente, que em sua lei nº 358/ 2005, dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dar outras providências (BRASIL, 2005)

Com relação ao lixo a prefeitura, aderiu ao Consórcio Regional Metropolitano de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas, com justificativa que naquele momento era impossível adequar-se à lei com a relação a construção do aterro sanitário, a mesma alegou falta de recursos, valendo-se do consórcio para mediar a situação. Entretanto, conforme o ministério público estadual o MPE, relata que o planejamento acordado no protocolo de intenções independe de verba (WEB, 2015 online).

2.3 Propriedades dos solos

2.3.1 Origem do solo

O solo é conceituado como a camada superficial da crosta terrestre resultante da ação do intemperismo, provocado pela atuação dos agentes físicos, químicos e biológicos, ou seja, é o resultado da influência do clima, em consonância com o relevo e o decorrer do tempo, sobre as rochas (ígneas, sedimentar e metamórfica) até o estágio final que é a desintegração dessas rochas em partículas menores como areias, silte e argilas. Seguindo o mesmo pensamento de (COSTA, 2011), ao relatar que o solo é uma estrutura física, contendo diversos elementos naturais formando à superfície da crosta terrestre proveniente da decomposição de rochas, influenciados pela ação do clima, relevo e organismos vivos ajudando na degradação ao passar do tempo.

O processo evolutivo para a formação do solo, ocorre com o tempo e também com auxílio de fatores advindo do meio como clima, temperatura, intemperismo e demais fatores relacionados com a sua origem e formação (SOARES, 2008).

O resultado da formação do solo é a divisão em duas fases distintas e intimamente integradas, denominadas de orgânica e inorgânica, em que: a) A fase inorgânica é formada pela desintegração das rochas até o processo final originário dos componentes minerais: areias (fina e grossa), silte e argilas (ilíta, caulinita, vermiculita, etc.). além do que, as rochas tem suas características próprias e que podem condicionar atributos ao solo conforme sua composição química, mineralogia, cor e textura (BRADY & WEIL, 2013); e b) A fase orgânica é formada pela decomposição dos animais e vegetais até o estágio final que é compreendido pela formação do *húmus*, partícula essa que se integra perfeitamente com as partículas minerais, evoluindo até a incorporação ao solo. A definição de material orgânico, de acordo com a Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006), é aquele que apresenta compostos orgânicos, contendo frações menores ou maiores que o material mineral, porém tem que apresentar 8% ou mais de carbono orgânico na terra fina seca ao ar. A integração e organização dessas duas fases originam a formação dos diferentes tipos de solos existentes na crosta terra.

A textura do solo, compreendida pela fração referente ao tamanho de suas partículas, é classificada conforme o tamanho e o teor de argila, silte e areia. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo estabeleceu quatro tipos quanto ao tamanho das partículas, as menores que 2 mm definem as classes texturais do solo: logo a Areia grossa – 2 a 0,2 mm, Areia fina – 0,2 a 0,05 mm, Silte – 0,05 a 0,002 mm, Argila menor do que 0,002 mm.

No deslocamentos para as camadas mais profundas, nos debruçamos com os horizontes que apresentam distinções com relação a textura, cor, atividade biológica e na sua estrutura

(FAO, 2015). Deposições de lixo realizadas na superfície desses solos podem alterar os atributos químicos do mesmo.

2.3.2 Perfil do solo

A formação do perfil do solo ocorreu há milhões de anos, de forma natural com o acúmulo e transformação dos sedimentos minerais e dos compostos orgânicos, que lentamente foram se unindo (VIEIRA, 1988). Com isso, constuiram-se diferentes camadas organizadas paralelamente e bem diferenciadas, de tal maneira que permitiu a distribuição específica de camadas com presenças mais marcantes e crescentes de partículas orgânicas, à medida que avança para a superfície do solo; e de maneira inversa ocorre com o aumento acentuado da quantidade de partículas minerais, quando se distancia da superfície do solo.

Os horizontes constituem um processo de formação do solo com base no intemperismo de rochas e material de origem como vegetação, temperatura, umidade e clima (SANTOS, 2018, p. 25). Além disso, apresentam-se na seguinte ordem no solo, o horizonte “O” vem uma camada que origina o horizonte “A”, compreendida pela presença de partículas orgânicas que passaram por um estágio de decomposição muito acentuado, permitindo que as defina como partículas em estágio *húmico*, formadas por carbono coloidal. Logo depois vem o horizonte “E” (definido como horizonte de eluviação), caracterizado como de máxima eluviação de agentes (argilas e minerais não iônicos ou hidratados) por meio do transportar de material solúvel ou coloidal, que migra através de solo pelas águas de infiltração, podendo proporcionar uma acumulação desse material nos horizontes subsuperficiais, intermediando a divisão entre os horizontes “A” e “B” no perfil do solo.

Segundo (REICHARDT 1985), para se fazer o estudo dos horizontes do solo, faz-se necessário abrir trincheira no solo, com intuito de se observar as camadas do solo horizontalmente, ou seja, perfil do solo.

2.4 Atributos químicos do solo

2.4.1 pH

O pH apresenta as primeiras informações das condições químicas do solo, ao ponto em que, com as informações obtidas através de análise chega-se à conclusão com relação a acidez e sua relação com a disponibilidade e a maior ou menor solubilidade de outros elementos

químicos. A escala de pH vai de 0 a 14. Valores menores do que 7 é ácida, 7 é neutra, maiores do que pH é básica ou alcalina.

Por conseguinte, solos com acidez elevada (pH baixo), normalmente caracteriza-se por baixas somas de bases e dependendo do tipo de solo, propicia altos teores de alumínio (Al^{3+}) e Manganês Mn^{+2} . Logo, apresenta um risco pois, dependendo dos teores pode se tóxicos às plantas, além do que a sua interação com outros elementos como, o fosforo, pode inibir seu poder de ação deixá-lo indisponível na solução do solo, para uma possível absorção pelas plantas (SOUSA et al., 2007; MELO, 2013). Conforme Neptune (1976), segue e mesma linha de pensamento em que, a maioria das culturas agrícolas desenvolvem-se bem em pH de 6,5.

A colocação de resíduos proveniente de lixo urbano no solo, na maioria das vezes ocorre modificações nos atributos químicos do solo, aumento dos teores de pH, elevação nos teores de matéria orgânica, alterando as concentrações de elementos químicos no perfil do solo (BRUNETTO et al., 2012; LOURENZI et al., 2011, 2013).

2.4.2 Fósforo

O fósforo é um elemento químico que, por natureza, é caracterizado como de baixa mobilidade no solo, tanto aquele constituído pela procedência geológica, quanto aquele proveniente de adubação ou de outra forma colocada na superfície do solo (SILVA, 2012). Composto proveniente de lixos urbanos pode melhorar a disponibilidade desse elemento no solo. Isso é justificado pela elevação dos teores desse elemento pelo simples fato desse composto conter esse nutriente, visto que, com a deposição desse macro nutriente no solo melhora as propriedades química do mesmo (CARVALHO & BARRAI, 1981; ABREU JR. et al., 2000; OLIVEIRA, 2000).

De acordo com (SILVA E MENDONÇA, 2007), a forma com que a P se liga à matéria orgânica é similar à forma com a qual o P é adsorvido pelos oxihidróxidos de ferro e alumínio. Essas formas iônicas de P também são adsorvidas pela estruturas de compostos orgânico, formando o P-Org, podendo ser incorporado em compostos orgânicos mais estáveis. Dessa forma, a presença de compostos orgânicos podem adsorver P e translocá-lo em profundidade.

Composto proveniente de lixos urbanos melhora a disponibilidade do fósforo no solo. Isso é justificado pela elevação dos teores desse elemento pelo simples fato desse composto conter esse nutriente, visto que, com a deposição desse macro nutriente no solo melhora as propriedades química do mesmo (CARVALHO & BARRAI, 1981; ABREU JR. et al., 2000; OLIVEIRA, 2000).

Conforme (NAHAS,1991), a dissolubilidade do fosfato proveniente de rochas, quando depositado no solo, poderá ter seu processo acelerado através atividade metabólica microbiana, com o auxílio de bactérias e fungos para degradar esse material. Além do que, essa metabolização ocorre através da produção de ácidos orgânicos provenientes dos microrganismos (BANGAR et al., 1985; KUCEY et al., 1989), e de alguns aditivos oriundos do metabolismo microbiano, no decorrer da atividade de decomposição da matéria orgânica. Ocorrendo esse processo, logo os ácidos têm o potencial para dissolver o fosfato, ou utilizar outro método que consiste em quelatizar os íons de cálcio, disponibilizando assim fosfato para a solução do solo (MINHONI et al., 1991).

O solo poderá ser fonte de P quando ainda apresentar características nutricionais (reservas) favoráveis à planta, mesmo que insatisfatórias. O que se adiciona como fertilizantes irá somar-se, sem maiores restrições, às reservas já existentes no solo (NOVAIS, et al., 2007).

2.4.3 Potássio

Potássio está relacionado entre os macronutriente fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas, responsável pela abertura e fechamento dos estômatos. No entanto, determinados atributos poderá diminuir sua disponibilidade, como: baixos teores desse elemento no solo, indisponibilidade quanto a sua reposição, manejo inadequado na correção e adubação e perda por lixiviação (GARCIA 2015. p 77). Além disso, o aumento do pH, a alta CTC do solo, dessa maneira, os cátions precisarão de um número maior de cargas para adsorção (SANTOS et al., 2002).

A colocação de material orgânico proveniente de fontes externas como exemplo o lixo urbano, tem o potencial para fazer alterações em suas propriedades químicas, como desmobilizando e promovendo nutrientes, correção da toxidez, pH, CTC e teor de húmus, (KIEHL, 1985).

2.4.4 Cálcio e magnésio

A interação entres esses nutrientes (cálcio e magnésio) é muito utilizado tanto para corrigir a acidez do solo, quanto deixar os nutrientes mais prontamente disponível para uma melhor absorção na planta, visto que essa relação diz respeito às propriedades químicas tais como: raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, proporcionando competições pelos sítios de adsorção no solo, e conseqüentemente absorção pelas raízes. Dependendo como

esse processo ocorra, poderá haver prejuízo com relação a absorção, visto que um pode se beneficiar em detrimento do outro por conta da absorção, fato ocorrente para os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} (ORLANDO FILHO et al., 1996).

Como mencionado, o lixo urbano tem o potencial de elevar os teores desses elementos, ao ponto em que melhorando a sua disponibilidade. Além do que, as consequências do aumento ou não dos teores desses nutrientes no solo, está ligado diretamente qualidade e quantidade do material depositado (CRAVO, 1995).

2.4.5 Matéria orgânica do solo

Solos onde são colocada matéria orgânica desenvolve colônias de microrganismos quimioheterotróficos que possuem a habilidade de degradar a maior parte dos compostos orgânicos sob as mais diversas condições, utilizando nitrogênio e enxofre como fontes de energia, através da mineralização desses nutrientes (BAYER; MIELNICZUK, 2008), possibilitando o consumo do material orgânico levado ao solo, logo toda vez que, se depositar material orgânico no solo esse processo vai ocorrer.

Estudos de (RESCK et al., 2008) relataram que o solo pode desempenhar um significativo papel como sumidouro de carbono orgânico presente no solo (COS), ao considerar que o COS, que dá origem aos teores de MOT em laboratório quando são feitas as análises, é vulnerável ao impacto de atividades humanas, pois mesmo em pequenas mudanças no manejo do solo, podem alterar as taxas de respiração e contribuir com a liberação de CO_2 para atmosfera.

De acordo com (SILVA, 1983), (TEDESCO et al., 1995), o carbono depois de ser mineralizado é transformado em gás carbônico (CO_2) pela ação dos microrganismos que transformam a fração da MOT mais prontamente oxidada pelo ataque de fungos e outros microrganismos que atuam na mineralização do lixo urbano e nos ciclos biogeoquímicos de outros elementos. Este fenômeno também foi observado por Anderson; (DOMSCH, 1978), *apoud* (DE-POLLI; GUERRA, 2008), ao afirmarem que a respiração microbiana, diante de uma fonte de carbono adicionada em excesso ao solo, provoca aumento da taxa respiratória que eleva à liberação de CO_2 (OLIVEIRA et al., 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em novembro de 2019 na Fazenda FIORE (FF) no município

de Paripueira no Estado de Alagoas, nas coordenadas geográficas: 9°27'55"S e 35°33'08"W (Foto 1). O clima, segundo Köppen é As', sendo junho a agosto o período chuvoso com precipitação média anual em torno de 1.500 mm e temperatura média anual de 25 °C. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, típico dos tabuleiros costeiros. Esse solo é marcado pela existência de horizonte B textural, de coloração vermelho-amarela e textura argilosa, presente abaixo do horizonte A ou E que apresenta coloração mais claras com menor quantidade de argila e uma textura arenosa ou médiana (EMBRAPA, 2013)

Em suas planícies costeiras a predominância é de solos mais jovens como neossolos quartezarênicos.

Foto 1 – Vista geral da área estudada, vendo-se ao fundo o lixão da cidade de Paripueira-AL.



Fonte: Cicero Alexandre (2021)

Foram abertas trincheiras em duas áreas: uma que vinha recebendo lixo urbano por cerca de dez anos, enquanto a outra que nunca recebeu resíduos, que serviu como testemunha. Nessas trincheiras, foram coletadas amostras de solo para análises químicas em laboratório (Fotos 2). Para escavação das trincheiras sob o efeito do lixão, foi realizada a remoção do lixo com o auxílio de uma pá-carregadeira, ocasião em que foram removidos os horizontes “O” e “A₁”.

Foto 2 – Área que recebeu lixo urbano onde foi escavada a trincheira para coletadas das amostras de solos no município de Paripueira-AL.



Fonte: Cicero Alexandre (2021)

Foram abertas três trincheiras em cada área (sem lixo urbano - SLU e com lixo urbano - CLU), sendo retiradas amostras de solo nas profundidades de: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 e 100-120 cm seguindo as recomendações de (GOMES, 1987).

As amostras de solos foram encaminhadas para o laboratório da Central Analítica em Maceió - Al, para realização das análises químicas de pH, Alumínio (Al^{+3}), Cálcio (Ca^{+2}), Cobre (Cu^{+2}), Ferro (Fe^{+2}), Fósforo (P), Potássio (K^{+}), Magnésio (Mg^{+2}), Manganês (Mn^{+2}), Matéria Orgânica Total (MOT), seguindo a metodologia de determinação da (EMPRAPA, 1979).

Foto 3 – Vista da área estudada, vendo-se ao fundo a área que serviu de testemunha, caracterizada como área que não recebeu lixo urbano da cidade de Paripueira-AL.



Fonte: Cicero Alexandre (2021)

3.1 Tratamentos e Delineamento estatístico

A análise estatística adotada seguiu o modelo fatorial 2x6 (lixo x profundidades),

Quadro 1 – Esquema estatístico da análise de variância

Causas da variação	GL
Blocos	02
Lixo (A)	01
Resíduo (a)	02
Sub-total	05
Profundidade(B)	05
Interação	05
Resíduo (b)	20
Total	35

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para todas os atributos químicos estudados nos solos das duas áreas (CLU e SLU) estão apresentados nos diversos quadros a seguir, conforme a descrição de cada um atributo.

4.1 pH

Os resultados da análise de variância do valores do pH do solo se encontram no **Quadro 2**. Verificou-se que houve diferenças estatísticas pelo teste de F para os fatores estudados e para a interação entre esses fatores, ou seja, os valores médios do pH sofreram impactos atribuídos à deposição do lixo nas profundidades estudadas.

Quadro 2 - Teste de F – Análise de variância da Influência do lixo urbano no pH do solo, nas profundidades de 0 até 120 cm.

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	Significativo	
					5%	1%
Profundidades	5	1,29	0,26	41,69	*	**
C/S Lixo	1	0,57	0,57	91,45	*	**

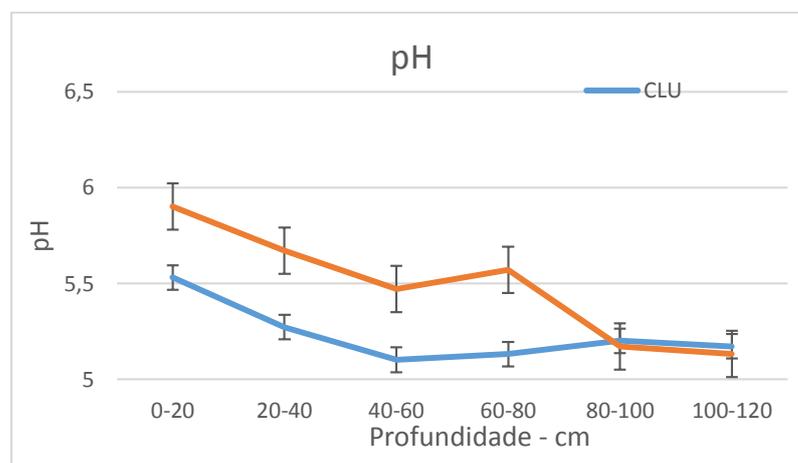
Interação (A x B)	5	0,38	0,08	12,46	*	**
(Tratamentos)	11	2,24	0,203	32,92	*	**
Blocos	2	0,04	0,02	3,52	*	NS
Resíduo	22	0,14	0,01			
Total	35	24				

Na **grafico 1** estão apresentados os resultados das médias do pH das áreas estudadas. Verificou-se que os valores médios de pH foram menores no solo com lixo, sobretudo nas profundidades iniciais de 0-20 e 20-40cm, pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Na profundidade de 80 a 120cm não houve variação na comparação entre os solos, com e sem lixo.

Normalmente, em maiores profundidades, há uma tendência de menores deslocamentos de elementos da superfície que possam influenciar os valores de pH. Possivelmente, pode ter havido uma acidificação do solo que recebeu lixo na sua superfície causando influencia até a profundidade de 60cm. Essa mudança pode ser atribuída à influência da lixiviação dos compostos orgânicos e inorgânicos existente no lixo. Evidentemente, as camadas mais profundas poderão ser alteradas com a continuidade do tempo de deposição do lixo na superfície.

Grafico 1 - pH no solo, coletados na profundidade de 0 até 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.



Diferentemente do que foi encontrado no presente trabalho, (BRUNETTO et al., 2012)

e (LOURENZI et al., 2011; 2013) verificaram que a deposição de resíduos provenientes de lixo urbano no solo, normalmente provoca aumento dos teores de pH devido à elevação nos teores de material orgânico. Esses efeitos, contudo podem variar dependendo das diferentes concentrações de elementos químicos presentes no lixo. De qualquer forma, esse efeito, praticamente inexistiu em maiores profundidades no presente trabalho.

4.2 Fósforo

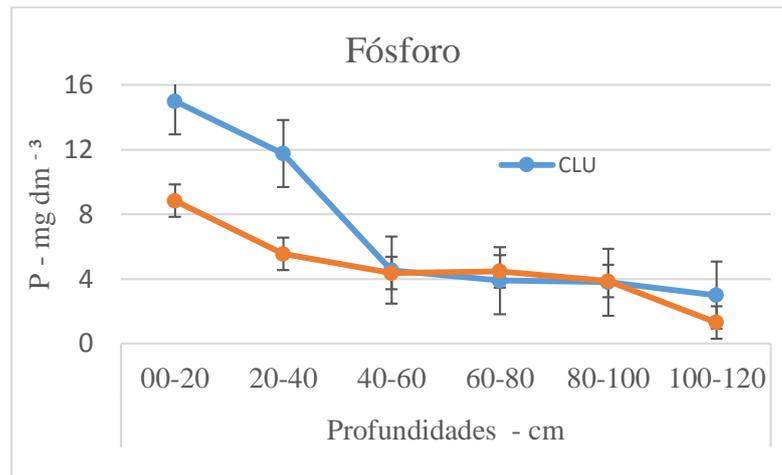
Conforme mostra a análise de variância (Quadro 3), observou-se influencia da deposição do lixo na superfície do solo para o elemento fósforo, pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. Também se verificou variação desse elemento com relação à profundidade do solo, bem como para a interação entre profundidade na presença e ausência de lixo urbano.

Quadro 3 - Teste de F – Análise de variância da Influência do lixo urbano no P do solo, na profundidade de 0 até 120 cm.

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	Significativo	
					5%	1%
Profundidades (A)	5	397,91	79,56	175,53	*	**
Com e Sem Lixo (B)	1	49,47	49,47	109,14	*	**
Interação (A x B)	5	69,28	13,86	30,57	*	**
(Tratamentos)	11	516,56	46,96	103,61	*	**
Blocos	2	0,03	0,02	0,03	NS	NS
Resíduo	22	9,97	0,45			
Total	35	526,56				

A Figura 2 mostra houve diferenças significativas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade nos teores de fósforo entre os dois solos estudados, verificando que a deposição do lixo na superfície provocou aumento nos teores desse elemento na profundidade até 40cm.

Gráfico 2. Teores de fósforo (mg dm^{-3}) dos solos, coletados nas profundidades de 0 até 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.



O fósforo é um elemento químico que, por natureza, é caracterizado como de baixa mobilidade no solo, tanto aquele constituído pela procedência geológica, quanto aquele proveniente de adubação ou de outra forma colocada na superfície do solo (SILVA, 2012). No presente trabalho, entretanto, observou-se movimentação desse elemento nas duas primeiras camadas estudadas. Provavelmente, a presença de ácidos orgânicos existentes no lixo podem ter deslocado esse elemento na forma de fosfatos orgânicos no perfil do solo por ocasião da lixiviação desses compostos orgânicos.

De acordo com Silva & Mendonça, (2007), a forma com que a P se liga à matéria orgânica é similar à forma com a qual o P é adsorvido pelos oxihidróxidos de ferro e alumínio. Essas formas iônicas de P também são adsorvidas pela estruturas de compostos orgânico, formando o P-Org, podendo ser incorporado em compostos orgânicos mais estáveis. Dessa forma, a presença de compostos orgânicos podem adsorver P e translocá-lo em profundidade nos processos lixiviativos sobretudo em períodos chuvosos. Portanto, a permanência de lixo na superfície poderá com o tempo, acumular esse elemento em maiores profundidades, mesmo considerando-o de baixa mobilidade no solo.

4.3 Potássio

O Potássio é um elemento químico que, por sua natureza química, é caracterizado como bastante móvel no solo, trata-se de um dos mais abundantes nutrientes, podendo alcançar concentrações de 0,30 a 30 g kg⁻¹ (SPARKS, 2000), tanto o proveniente de procedência geológica, quanto aquele proveniente de adubações (mineral e/ou orgânica) colocadas na superfície do solo (SILVA, 2012), como no presente caso, poderá ter ocorrido com a deposição de lixo urbano descartado em áreas a céu aberto.

Cornfome mostra a análise de variância, avaliada pelo teste F, houve significancia ao

nível de 1% de probabilidade, indicando que houve influência da colocação do lixo na superfície do solo, conforme mostra a Figura 4, suplantando a área sem lixo ao longo de todas as profundidades do solo.

Quadro 3. Análise de variância da Influência do lixo urbano teor do potássio no solo, na profundidade de 0 até 120 cm.

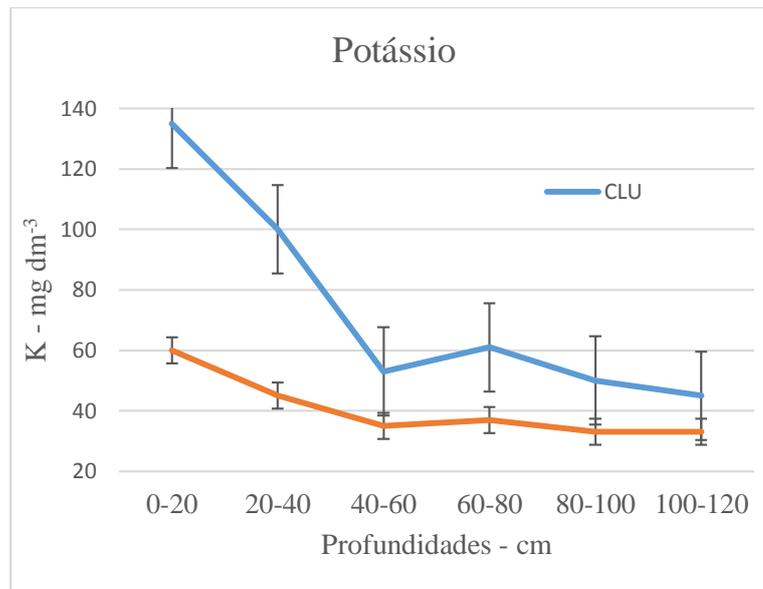
Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	Significativo	
					5%	1%
Profundidades (A)	5	16.064,25	3.212,85	146,24	*	**
C/S Lixo (B)	1	10.100,25	10.100,25	459,74	*	**
Interação (A x B)	5	4.874,25	974,85	44,37	*	**
(Tratamentos)	11	31.038,75	2.821,705	128,44	*	**
Blocos	2	16,67	8,33	0,38	NS	NS
Resíduo	22	483,33	21,97			
Total	35	31.538,8				

O Potássio que está presente no solo pode ser encontrado nas mais diferentes formas, sendo disponíveis em curto ou longo prazo.

O **Grafico 3** mostra os resultados do Potássio trocável (K^+), que comumente se encontra adsorvido às superfícies das partículas orgânicas (húmus) e inorgânicas (argila silicatada, óxidos e hidróxidos) do solo (ERNANI et al., 2007). Com isso, observa-se que as médias para o tratamento A (SLU) tiveram teores menores em todas as camadas, em relação o tratamento B (CLU).

Além disso, as concentrações de Potássio, numa comparação entre os solos, percebem-se que seus teores, na testemunha, foram decrescendo com o aumento da profundidade, verificando-se uma menor intensidade para o mesmo comportamento na área que recebeu o lixo urbano, onde as diferenças entre os tratamentos aumentavam gradativamente, devido à lixiviação para as camadas mais profundas do solo, comportamento que é natural para este atributo.

Grafico 3. Teores de Potássio (mg dm^{-3}) dos solos, coletados nas profundidades de 0 até 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.



Fazendo-se a comparação entre as respectivas camadas nas duas áreas (CLU e SLU), obteve-se diferenças entre estas camadas, principalmente em valores maiores nas duas primeiras, devidas às adubações químicas feitas com Potássio nesta área (SLU), pois antes dessa área ser tomada por lixo, era um canal e por conseguinte recebia adubação química.

4.4 Cálcio + Magnésio

Conforme mostra a análise de variância no Quadro 5, observa-se que a liberação do lixo urbano na superfície do solo causou mudanças, também, na interação entre os tratamentos, ao longo de todo o perfil do solo, para os elementos químicos Cálcio e Magnésio, quando se aplicou o teste F, verificou-se significância ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos. Também se verificou variação desses elementos com relação à profundidade do solo, bem como para a interação entre a presença e ausência de lixo urbano na área.

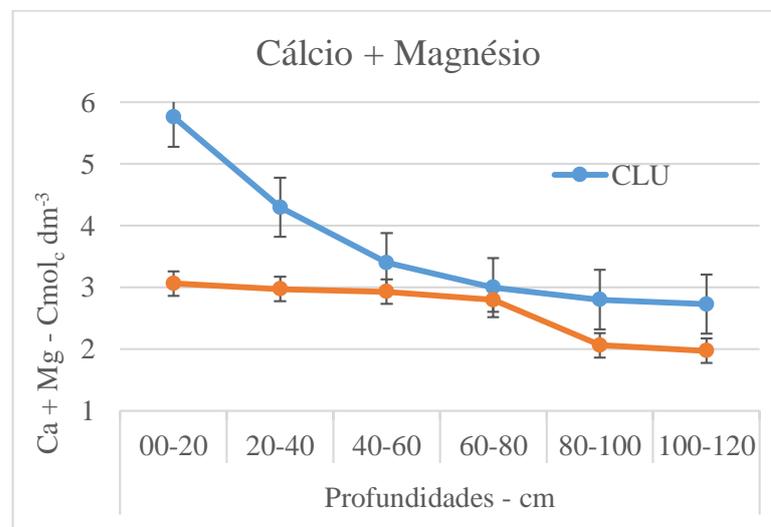
Quadro 5. Análise de variância da Influência do lixo urbano no Ca + Mg do solo, nas profundidades de 0 até 120 cm.

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	Significativo	
					5%	1%
Profundidades	5	18,29	3,66	24,01	*	**

C/S Lixo	1	9,56	9,56	62,73	*	**
Interação (A x B)	5	6,05	1,21	7,94	*	**
(Tratamentos)	11	33,90	3,082	20,23	*	**
Blocos	2	0,03	0,01	0,08	NS	NS
Resíduo	22	3,35	0,15			
Total	35	37,28				

No **Grafico 4** são mostrados os resultados dos cátions trocáveis Cálcio + Magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), que têm dupla função quando aplicados ao solo, como função principal é muito utilizado para corrigir a acidez do solo, que, em ambas as áreas, apresentaram uma redução gradual quando aconteceu o aprofundamento das camadas, a contar da superficial para as últimas camadas do perfil do solo, concordando com resultados obtidos por (SOUSA et al., 2007), sempre apresentando valores maiores para os resultados da área que recebeu o lixo urbano.

Figura 4. Teores de Ca + Mg (mg dm^{-3}) no solo, coletados nas profundidades de 0 até 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.



Sabe-se que 70 a 90 % da CTC é o espaço teórico relatado pela literatura para ser ocupado pelo $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, (LOPES; GUILHERME, 2004), deixando claro que, os cátions provenientes da área com lixo urbano passarão para o complexo sortivo do solo, de tal modo que, para haver equilíbrio há necessidade que esses cátions sejam adsorvidos no complexo

sortivo, ocupando a CTC do solo (RAIJ, 2011).

4.5 Matéria orgânica total

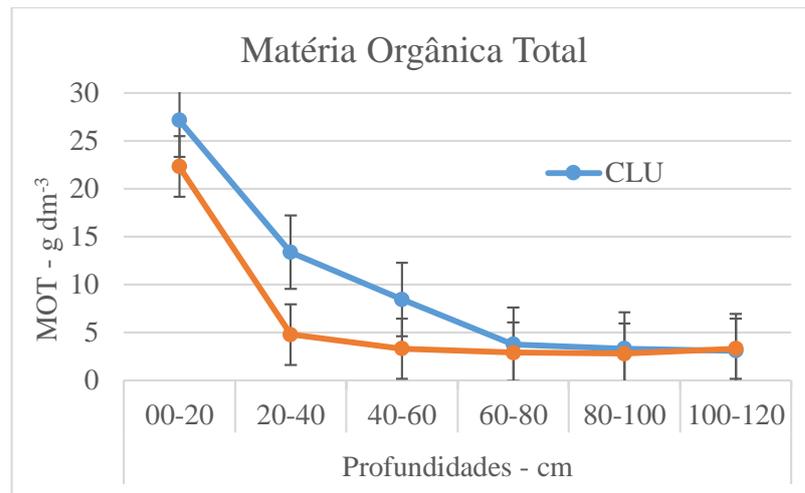
Quadro 6. Análise de variância da Influência do lixo urbano na Matéria Orgânica Total do solo, na profundidade de 0 até 120 cm.

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	Significativo	
					5%	1%
Profundidades	5	2.127,83	425,57	179,77	*	**
C/S Lixo	1	97,68	97,68	41,26	*	**
Interação (A x B)	5	89,78	17,96	7,58	*	**
(Tratamentos)	11	2.315,29	210,481	88,91	*	**
Blocos	2	19,53	9,77	4,12	*	NS
Resíduo	22	52,08	2,37			
Total	35	2.386,9				

Para interação entre as variáveis com lixo urbano e camadas do solo, a análise estatística mostrou, pelo teste F ao nível de 0,01 de probabilidade (**Quadro 5**), que os teores de MOT foram maiores nas cinco primeiras camadas dos solos com lixo urbano, diferindo do solo sem lixo urbano com os percentuais de 50; 46,64; 99,32 e 44,20 %, indicando que o lixo urbano interferiu nos teores de MOT nas camadas dos solos estudados, que vai de 0 até 100 cm de profundidade. Este fenômeno poderá estar ligado ao aumento da biomassa microbiana que eleva o nível de CO₂ no solo, mediante as atividades proteolíticas, conforme relatam (VRANOVA et al. 2013), conformando com os resultados encontrados por (MADEJÓN et al, 2001) que trabalhando com lixo urbano e outros compostos orgânicos, encontraram elevação no conteúdo de MOT.

Houve diferença significativa nos dois tratamento com relação as medias, observando que os valores dos teores das amostras foram maiores para o tratamento A (CLU), e fazendo a interação entre as áreas, a que recebeu lixo e a que não recebeu lixo, estatisticamente foi significativa, com isso, a colocação de lixo nessa area elevou os teores da mesma, visto que, as áreas que não receberam o resíduo apresentaram os teores menores como os mencionados anteriormente.

Grafico 5. Matéria Orgânica Total (g kg^{-1}) no solo, coletados na profundidade de 0 até 120 cm, nas áreas com e sem lixo urbano.



A superfície do solo que recebeu MOT (CLU) passa por um processo de transformação, quando desencadeia a fermentação dos carboidratos que reagem com a água, iniciando a formação de ácidos fúlvico, com abaixamento do pH (podendo chegar até 3), nesta ocasião libera cargas que platonam as partículas minerais nos solos em profundidade (CANELLAS et al., 2007). Pela Figura 5 é possível se observar que houve deslocamento de carbono orgânico até a profundidade de 60 cm mostrando uma sequência decrescente, porém com valores superiores à área que não recebeu lixo urbano. Apesar do lixo urbano conter MO fresca na sua composição química, para ambas as áreas, aquela que recebeu lixo urbano apresentou valores mais baixos do que a área sem o resíduo, em todas as camadas do solo, resultados que estão de acordo com (OLIVEIRA et al., 2013) quando dizem que a colocação de lixo urbano no solo aumentou a emissão de CO_2 , tanto em canas com palhas como aquelas queimadas.

5 CONCLUSÕES

Considerando as condições em que foi realizado o presente trabalho, chegou-se às seguintes conclusões:

1. O lixo urbano não causou contaminação nas camadas mais profundas do solo estudado.

2. Não houve contribuição de elementos químicos nas camadas de solos abaixo de 20 centímetros na área com resíduos do lixo.

3. Embora as substâncias contaminantes não tenham atingido camadas mais profundas neste estudo, outros estudos de natureza microbiológica podem se fazer necessários para se obter uma visão mais ampla sobre os impactos ao solo e ao lençol freático.

REFERÊNCIAS

- ABREU JR., C.H. et al. **Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, n.3, p.635-47, 2000.
- ABREU JUNIOR, C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F.; ALVAREZ, V.F.C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 645-657, 2000 disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/1802/180218342016.pdf> > acesso 27 dez 2021.
- ALBUQUERQUE, André Luiz Santos. **Evolução urbana e caracterização geoambiental da planície costeira do município de Paripueira – Alagoas. 2016** . Dissertação (mestrado)- Universidade Federal de Alagoas, 2016. disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/2946/3/Evolu%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20e%20caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20geoambiental%20da%20plan%C3%ADcie%20costeira%20do%20munic%C3%ADpio%20de%20Paripueira%20-%20Alagoas..pdf> > acesso em 22 dez 2021.
- BANGAR, K.C., YADAV, K.S., MISHRA, M.M. **Transformation of rock phosphate during composting and the effect of humic acid**. Pl. Soil, v.85, p.259-66, 1985.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: (Ed) SANTOS, G. de A. et al. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2ª.ed. rev. atual e amp. - Porto Alegre: Gráfica Metrópole, 2008. p. 87-99. 654 p.:il.
- BRADY, N.C; WEIL, R.R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3ª ed. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Editora Bookman, Porto Alegre, RS, 2013.
- BRASIL. LEI 12.305/2010, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei n o 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/lei/12305. Acesso em 15 Dez 2021.
- BRASIL, Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**
- BROADLEY MR, White PJ, Hammond JP, Zelko I, Lux A (2007) Zinc in plants. **New Phytologist** 173: 677-702.
- BRUNETTO, G. et al. **Changes in soil acidity and organic carbon in a sandy typic hapludalf after medium-term pig-slurry and deep-litter application**. R. Bras. Ciênc. Solo, v. 36, p.1620-1628, 2012.
- CARVALHO, P.C.T.; BARRAL, M.F. **Aplicação do “resíduo orgânico” como fertilizante.**, v.3, n.2, p. 1-4,1981.
- CRAVO, M.S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface**. Piracicaba, 1995. 148p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- COSTA, J.B. 2011. **Caracterização e Constituição do Solo**. Fundação Calouste Gulbenkian.

Lisboa.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. **Carbono, nitrogênio e fósforo da biomassa microbiana do solo**. In: (Ed.) SANTOS, G. de A. et al. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2ª.ed.rev. atual e amp. - Porto Alegre: Gráfica Metrópole, p. 87-99, 2008. 654 p.: il.

DE SOUZA FILHO, José Farias; NETO, Júlio Rique; GOUVEIA, Valdiney Veloso. Lixo e comportamento: a interdisciplinaridade da política nacional de resíduos sólidos. **Revista InterScientia**, 2013, vol. 1, no 1, p. 2-24

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA SOLOS, 2013, 353p.: il. Color. ISBN: 978-857035-198-2.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. de; SANTOS, F. C. dos. POTÁSSIO. In: (Ed.) NOVAIS, R. F. et al. Fertilidade do solo. 1ª Ed. **Viçosa**; Soc. Bras. de Ciência do Solo. p. 551-594, 2007. 1017p.

FAO - **Solos À conquista do crachá: yunga coleção atividades para aprender e agir**. Portugal: Organização das Nações Unidas Para A Alimentação e A Agricultura, 2015. 124 p. Sociedade portuguesa de ciências do solos. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3855pt/I3855PT.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2021.

FERREIRA AR, Camacho RGV e Alcântara Neto AQ. 2012. **Avaliação e diagnóstico ambiental dos resíduos sólidos gerados no município de Mossoró/RN**. Geotemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, v. 2, n. 2, p.55-67.

GARCIA, J C, et al. fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico. **Revista Eletrônica Thesis. São Paulo / SP, ano XII, n. 24, p.76-89**, 2015. Disponível em: < http://www.cantareira.br/thesis2/ed_24/materia5.pdf > acesso em 22 dez 2021.

GUEDES, M R. **Metais pesados em solos: ocorrência. 2008**. Disponível em: <http://scienceblogs.com.br/geofagos/2008/07/metaispesados-em-solosocorrencia.php>. Acesso em: 15 de Dez. 2021.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Livraria Nobel. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 12 Ed. Piracicaba. 1987. 467 p.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência & saúde coletiva, 2012, vol. 17, p. 1503-1510.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres**, 492p., 1985

KUCEY, R.M.N., JANZEN, H.H., LEGGETT, M.E. **Microbially mediated increases in plant-available phosphorus.** Adv. Agron., v.42, p.199-228, 1989.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise do solo - conceitos e aplicações.** Associação Nacional para Difusão de Adubos. rev. (Boletim Técnico n° 2), São Paulo, 2004.

LOURENZI, C. R. et al. **Nutrients in soil layers under no-tillage after successive pig slurry applications.** R. Bras. Ciênc. Solo, v.37, p.157- 167, 2013. Doi:10.1590/s0100-06832013000100016.

LOURENZI, C. R. et al. **Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application.** R. Bras. Ciênc. Solo, v.35, p.1827-1836, 2011. Doi:10.1590/s0100-06832011000500037.

MADEJÓN, Engracia et al. **Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain).** Agriculture, ecosystems & environment, v. 84, n. 1, p. 55-65, 2001.

MAGALHÃES, G. R. D.; **Programa municipal de coleta seletiva de lixo de Palmas – TO: Da origem disposição final.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

MARTÍNEZ-NIETO, Patricia, et al. **Manejo de resíduos gerados direta ou indiretamente pelo cultivo de cebola na Aquitânia (Boyacá-Colômbia).** Revista AIDIS de Engenharia e Ciências Ambientais. Pesquisa, desenvolvimento e prática , 2011, vol. 4, n° 2, p. 23-34.

MELO, G. W. **Adubação e manejo do solo para a cultura da videira.** 2013 Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/adubvid.html> acesso em 19 dez 2021.

MINHONI, M.T.A., CARDOSO, E.J.B.N., EIRA, A.F. **Efeito de cinco tipos de matéria orgânica na solubilização microbiana de fosfato de rocha.** Rev. Bras. Ci. Solo, v.15, p.29-35, 1991.

NAHAS, E. **Ciclo do fósforo: transformações microbianas.** Jaboticabal: FUNEP, 1991. 67p..

NEPTUNE, A. M. L. **Fertilidade do solo – II Parte.** Piracicaba: USP/ESALQ/DSG/CES, 1976. 203p. disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4499/1/PollyanaMSD_TESE.pdf < acesso em 19 dez 2021.

OLIVEIRA, B. G. de et al. **Soil greenhouse gás fluxes from vinasse application in Brazilian sugarcane areas.** ELSEVIER. Geoderma. 200-201, 77-84. 2013.

OLIVEIRA, F.C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo vermelhoamarelo cultivado com cana-de-açúcar.** 2000. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

ORLANDO FILHO, J. O.; BITTENCOURT, V. C.; CARMELLO, Q. A. C.; BEAUCLAIR, E. G. F. **Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar.**

STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute. Piracicaba, 2011. 420 p.: il.

REICHARDT, K., 1985. **Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera**. Campinas, Fundação Cargill.

REIS, Danielle; FRIEDE, Reis; LOPES, Flávio Humberto Pascarelli. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (Lei nº 12.305 / 2010) e educação ambiental. Revista Interdisciplinar do Direito-Faculdade de Direito de Valença, 2018, vol. 14, nº 1, p. 99-111.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; FIQUEIREDO, C. C. de. Dinâmica da Matéria orgânica no Cerrado. In: (Ed.) SANTOS, G. de A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2ª ed. rev. atual e amp. - Porto Alegre, Gráfica Metrópole. 2008. p.87-99, 654 p.:il.

ROWE, E.J.; CARDOSO, D.L. (2009) **A utilização de mapas temáticos no diagnóstico de áreas suscetíveis à contaminação por percolado de aterro sanitário**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 29, n. 4.

SALAMONI, R.H., PINHEIRO, R.J.B., NUMMER, A.V. **Processo operacional da Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita** – Santa Maria, RS. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.14, p.43-50, 2009.

SÁNCHEZ, L. E. (2015). **Avaliação de impacto ambiental**. Oficina de Textos

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura do arroz irrigado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p.12-16, 2002. SANZONOWICZ, C.; MIEL.

SANTOS, D. R. et al. **Fósforo orgânico do solo**. In: (Ed.) SANTOS, G. de A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2ª.ed.rev. atual e amp. - Porto Alegre: Gráfica Metrópole. 2008. p.101-111, 654 p.:il.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

SANTOS, Humberto Gonçalves, *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., rev. e ampl, Embrapa, Brasília 2018.

SILVA, C. A. **Atributos Físico-Químicos Em Argissolos Tratados Com Vinhaça Por 25 Anos No Estado De Alagoas**. 2013. 156 p. Tese (Doutorado em Biotecnologia e Química) - Univ. Federal de Alagoas – Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió-AL. Jul 2015.

SILVA, C. A. **Efeito da aplicação de vinhaça, por sulcos de infiltração, no solo e na cana-de-açúcar (Saccharum spp)**. 1983. 63 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Univ. Fed. da Paraíba, Campina Grande, 1983.

SOARES, Aluisio. **Bases Técnicas para Remediação de Solos e Águas Subterrâneas Utilizando Processos Oxidativos Avançados**. 2008. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Departamento de Química Analítica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SOARES, Dayane Fonseca, FARIA, Anisio Mârcio; ROSA, André Henrique. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novos do Parecis (MT), Brasil. **Engenharia sanitaria e Ambiental**, 2016, vol. 22, p . 277- 284.

SOUSA, D. M. G; Miranda, L. N; Oliveira, S. A. **Acidez do Solo e sua correção**. In: Novais, R. F; Alvarez, V. H; Barros, N. F; Fontes, R. L; Cantarutti, R. B; Neves, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 2007. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2007. Cap. 5. p. 205-274.

STEVENSON, F.J. **Humus Chemistry - genesis, composition, reaction**. 2.ed. NewYork: John Willey, p.496. 1994.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Boletim Técnico de Solos, 5. 2.ed. Porto Alegre, 1995. 174p.

VIEIRA, Lúcio Salgado. **Manual da ciência do solo: com ênfase em solos tropicais**. São Paulo: Editora Agronômica CERES Ltda. 1988.

VRANOVA, V.; REJSEK, K.; FORMANEK, P. Protelolytic activity in soil. **Applied Soil Ecology**. Department of Geology and soil Science, Mendel University in Brno, Zemedelska, Czech Republic.

WEB, Gazeta. **MPE ajuíza ações para acabar com lixões no litoral Norte**, 2015. Resíduo sólido de alagoas. Disponível em :<<http://www.residuossolidos.al.gov.br/site/448/2015/09/11/mpe-ajuiza-aco-es-para-acabar-com-lixoes-no-litoral-norte>> acesso em 22 dez 2021.