

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**  
**PAULA GONÇALVES SILVA**

**DISTRIBUIÇÃO DE ZINCO E NEMATOIDE NO SOLO LOCALIZADO EM TORNO  
DO ATERRO SANITÁRIO**

**CERES – GO**  
**2022**

**PAULA GONÇALVES SILVA**

**DISTRIBUIÇÃO DE ZINCO E NEMATOIDE NO SOLO LOCALIZADO EM TORNO  
DO ATERRO SANITÁRIO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dra. Mônica Lau da Silva Marques.

**CERES – GO  
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Sd Silva, Paula Gonçalves  
Distribuição de Eínco e Nematóide no solo  
localizado em torno do aterro sanitário / Paula  
Gonçalves Silva; orientadora Mônica Lau da Silva  
Marques. -- Ceres, 2022.  
10 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Fitonematóide. 2. Lixão. 3. Metal pesado. 4.  
Poluição do solo. I. Marques, Mônica Lau da Silva,  
orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

### TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

#### Identificação da Produção Técnico-Científica

Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia – Especialização  Livro  
 XTCC - Graduação  Trabalho Apresentado em  
Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo:

Nome Completo do Autor: Paula Gonçalves Silva

Matrícula: 2018103200240026

Título do Trabalho: Distribuição de zinco e nematoide em solo localizado em torno do aterro sanitário em Ceres - GO

#### Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, 11 de dezembro de 2022.

*Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais*

Ciente e de acordo:

*Assinatura eletrônica do orientador*

Documento assinado eletronicamente por:

- Paulo Gonçalves Silva, 2018103200240026 - Discente, em 11/12/2022 21:53:38.
- Mônica Lau da Silva Marques, PROFESSOR (NS BASICO TECH TECNOLOGICO, em 11/12/2022 11:30:22.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 451746  
Código de Autenticação: aaba74488f



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Ceres

Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None. None, CERES / GO, CEP 76300-000

(62) 3307-7100

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 24 dia(s) do mês de Novembro do ano de dois mil e vinte e dois realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Paula Gonçalves Silva, do Curso de Bacharelado em Agronomia matrícula 201810320029026 cujo título é "Distribuição de zinco e nematode em solo localizado em torno do aterro sanitário em Leres - GO". A defesa iniciou-se às 14 horas e 40 minutos, finalizando-se às 16 horas e 00 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8,3 no trabalho escrito, média 9,2 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,8 de pontos, estando o(a) estudante apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Mônica Loua da Silva Marques

*Assinatura Presidente da Banca*

Andel-Divino Ferreira Reis

*Assinatura Membro 1 Banca Examinadora*

Wesley Soares Cavalcante Lima

*Assinatura Membro 2 Banca Examinadora*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me proporcionar a realização da faculdade.

Agradeço aos meus pais e minha irmã pelo incentivo, apoio e assistência dada ao decorrer da graduação.

Agradeço a todos os meus amigos pelo suporte durante toda a graduação, em especial a Kárita e Gabrielly pela amizade e companherismo.

Agradeço à Mônica Lau, minha orientadora por ter me ajudado na execução deste trabalho, pelos ensinamentos dados e parceria desde 2018.

## RESUMO

Os nematoides possuem variadas formas de adaptação a mudanças que ocorrem no ambiente causado por diversos fatores, entre os quais o manejo dos cultivos, época de plantio, fisiologia das plantas e melhoramento genético, sendo utilizados em muitos casos como bioindicadores dos solos. Objetivou-se avaliar a distribuição de Zinco (Zn) e a possível correlação entre os nematoides presentes em solo localizado em torno do Aterro Sanitário de Ceres-GO. As amostras foram coletadas em caminhamento zigue-zague ao acaso na área do lixão e ao seu redor: área canavieira, pastagem e próximo ao brejo. Foram determinados: fertilidade, granulometria do solo, taxonomia de nematoide e de micronutriente Zn. Para fazer correlação entre as n variáveis, utilizou-se a análise de componentes principais (PCA) pelo software PAST, sendo o somatório dos componentes principais (P1 e P2) acima de 70%. A população de nematoide apresentou-se inversamente proporcional aos teores de zinco. As maiores concentrações de Zn foram observadas em solos com textura arenosa na área do aterro sanitário, solo este que apresentou alta fertilidade variando de 70% a 95%. O pH na área do aterro sanitário apresentou-se na escala 7 ocorrendo a complexação do alumínio (Al). Na área de pastagem o teor de matéria orgânica (M.O) foi de 54,4 g/dm<sup>3</sup> sendo o mais alto. Dentre todos os gêneros de nematoide existentes houve predomínio de *Meloidogyne* spp. Houve correlação positiva entre o variável potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e silte. *Meloidogyne* spp. na área da cana-de-açúcar apresentou maior densidade populacional associada a textura argilosa. Altos níveis de Zn total foram encontrados na área do lixão.

**Palavras-chave:** Fitonematoide. Lixão. Metal pesado. Poluição do solo.



## ABSTRACT

Nematodes have different ways of adapting to changes that occur in the environment caused by several factors, being used in many cases as soil bioindicators. The objective was to evaluate the distribution of Zinc (Zn) and the possible correlation between the nematodes present in soil located around the Landfill of Ceres-GO. Samples were collected in a random zigzag path in and around the dump area: sugarcane area, pasture and near the swamp. The following were determined: fertility, soil granulometry, nematode taxonomy and Zn micronutrient. To make a correlation between the n variables, the principal components analysis (PCA) was used using the PAST software, with the sum of the principal components (P1 and P2) being above 70%. The nematode population was inversely proportional to zinc levels. The highest concentrations of Zn were observed in the dump area in sandy textured soils, which presented high fertility ranging from 70% to 95%. The pH in the sanitary landfill area was in the 7 scale, with aluminum (Al) complexation. In the pasture area, the organic matter (M.O) content was 54.4 g/dm<sup>3</sup>, being the highest. Among all existing nematode genera, *Meloidogyne* spp. There was a positive correlation between the variable potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca) and silt. *Meloidogyne* spp. in the sugarcane area it presented higher population density associated with clayey texture.

**Keywords:** Nematode. Dumping ground. Heavy metal. Ground pollution.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Área de estudo dividida .....</b>	<b>04</b>
<b>Figura 2 – Análise de Componentes Principais (PCA).....</b>	<b>08</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Coordenadas geográficas coletadas em cada amostra. ....</b>	<b>04</b>
<b>Tabela 2 – Análises químicas e físicas das amostras coletadas nos diferentes locais. ....</b>	<b>05</b>
<b>Tabela 3 – Médias e variações dos componentes das análises granulométricas.. ....</b>	<b>07</b>
<b>Tabela 4 – Associação dos resultados encontrados para teores de zinco e nematoide extraídos do solo.....</b>	<b>07</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>5</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>9</b>

# DISTRIBUIÇÃO DE ZINCO E NEMATOIDE NO SOLO LOCALIZADO EM TORNO DO ATERRO SANITÁRIO

## DISTRIBUTION OF ZINC AND NEMATOID AT THE SOIL LOCATED AROUND THE SANITARY LANDFILE

### DISTRIBUCIÓN DE ZINC Y NEMATOIDES EN EL SUELOS UBICADOS ALREDEDOR DEL ARCHIVO SANITARIO

**Paula Gonçalves Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1638-3416>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: paulasilvag@outlook.com

**Mônica Lau da Silva Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-0815>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: monica.lau@ifgoiano.edu.br

**Kárita Danielle Nunes Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8859-6512>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: karitd.agro@gmail.com

**Gabrielly Fernandes de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2488-9479>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: gabryoliveira@hotmail.com

#### Resumo:

Os nematoides possuem variadas formas de adaptação a mudanças que ocorrem no ambiente causado por diversos fatores, sendo utilizados em muitos casos como bioindicadores dos solos. Objetivou-se avaliar a distribuição de Zinco (Zn) e a possível correlação entre os nematoides presentes em solo localizado em torno do Aterro Sanitário de Ceres-GO. As amostras foram coletadas em caminamento zigue-zague ao acaso na área do lixão e ao seu redor: área canavieira, pastagem e próximo ao brejo. Foram determinados: fertilidade, granulometria do solo, taxonomia de nematoide e a presença do micronutriente Zn. Para fazer correlação entre as n variáveis, utilizou-se a análise de componentes principais (PCA) pelo software PAST, sendo o somatório dos componentes principais (P1 e P2) acima de 70%. A população de nematoide apresentou-se inversamente proporcional aos teores de zinco. As maiores concentrações de Zn foram observadas na área do lixão em solos com textura arenosa, solo este que apresentou alta fertilidade variando de 70% a 95%. O pH na área do aterro sanitário apresentou-se na escala 7 ocorrendo a complexação do alumínio (Al). Na área de pastagem o teor de matéria orgânica (M.O) foi de 54,4 g/dm<sup>3</sup> sendo o mais alto. Dentre todos os gêneros de nematoide existentes houve predomínio de *Meloidogyne* spp. Houve correlação positiva entre o variável potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e silte. *Meloidogyne* spp. na área da cana-de-açúcar apresentou maior densidade populacional associada a textura argilosa.

**Palavras-chave:** Fitonematoide. Lixão. Metal pesado. Poluição do solo

#### Abstract

The increases in the levels of heavy metals (PM) in the soil can be attributed to the excessive use of agrochemicals. Nematodes have different ways of adapting to changes that occur in the environment caused by several factors, being used in many cases as soil bioindicators. The objective was to evaluate the distribution of Zinc (Zn) and the possible correlation between the nematodes present in soil located around the Landfill of Ceres-GO. Samples were collected in a random zigzag path in and around the dump area: sugarcane area, pasture and near the swamp. The following were determined: fertility, soil granulometry, nematode taxonomy and Zn micronutrient. To make a correlation between the n variables, the principal components analysis (PCA) was used using the PAST software, with the sum of the principal components (P1 and P2) being above 70%. The nematode population was inversely proportional to zinc levels. The highest concentrations of Zn were observed in the dump area in sandy textured soils, which presented high fertility ranging from 70% to 95%. The pH in the sanitary landfill area was in the 7 scale, with aluminum (Al) complexation. In the pasture area, the organic matter (M.O) content was 54.4 g/dm<sup>3</sup>, being the highest. Among all existing nematode genera, Meloidogyne spp. There was a positive correlation between the variable potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca) and silt. Meloidogyne spp. in the sugarcane area it presented higher population density associated with clayey texture.

**Keywords:** Nematode. Dumping ground. Heavy metal. Ground pollution

### Resumen

Los aumentos en los niveles de metales pesados (PM) en el suelo pueden atribuirse al uso excesivo de agroquímicos. Los nematodos tienen diferentes formas de adaptarse a los cambios que se producen en el medio ambiente provocados por diversos factores, siendo utilizados en muchos casos como bioindicadores del suelo. El objetivo fue evaluar la distribución de Zinc (Zn) y la posible correlación entre los nematodos presentes en suelo ubicado alrededor del Relleno Sanitario de Ceres-GO. Las muestras se recolectaron en un zigzag aleatorio dentro y alrededor del área del botadero: área de caña de azúcar, pastizal y cerca de la ciénaga. Se determinaron: fertilidad, granulometría del suelo, taxonomía de nematodos y micronutriente Zn. Para realizar una correlación entre las n variables se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) mediante el software PAST, siendo la suma de los componentes principales (P1 y P2) superior al 70%. La población de nematodos fue inversamente proporcional a los niveles de zinc. Las mayores concentraciones de Zn se observaron en el área de botadero en suelos de textura arenosa, los cuales presentaron alta fertilidad que va del 70% al 95%. El pH en el área del relleno sanitario estuvo en la escala 7, con complejación de aluminio (Al). En el área de potrero el contenido de materia orgánica (M.O) fue de 54,4 g/dm<sup>3</sup>, siendo el más alto. Entre todos los géneros de nematodos existentes, Meloidogyne spp. Hubo una correlación positiva entre la variable potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca) y limo. Meloidogyne spp. en el área cañera presentó mayor densidad de población asociada a textura arcillosa.

**Palabras clave:** Nematodo. Vertedero. Metal pesado. Contaminación del suelo

## 1. INTRODUÇÃO

As nações unidas esperam que a população mundial aumente até aproximadamente 9,8 bilhões de pessoas em 2050 e para o ano de 2100, o mundo tenha quase 11,2 bilhões de habitantes (ONU, 2017). Esse crescimento populacional estimulará o aumento do consumo de produtos tecnológicos duráveis ou não ricos em metais pesados (MP), gerando lixos que serão depositados em aterros sanitários, “lixões” e ou são descartados diretamente no meio ambiente (Adas, 2002). Esses lixões podem conter MP que podem ter sido usados em todas as fases da vida humana e estão sendo deixados dispersos na natureza, aumentando em muito os problemas ambientais. Essa preocupação tem gerado estímulo global, buscando não apenas a minimização da produção desses resíduos, mas também sobre a priorização de reciclagem como opção de destino final desses metais.

Os metais pesados quando descartados no solo, podem acumular e persistir por longos períodos de tempo e podem, além de fitotóxicos, ser prejudiciais aos processos microbianos vitais na ciclagem de nutrientes (Mcgrath et al., 1994), bem como contaminar os lençóis freáticos e mananciais hídricos. Após o contato do metal pesado com o solo, são carregados para os rios

através do escoamento de águas superficiais provenientes das chuvas, persistindo no meio aquático por apresentar forma livre, ou iônica, o que facilita sua acumulação, contaminação e alteração da cadeia alimentar nos cursos de água (Queiroz, 2006).

A decomposição dos resíduos sólidos e compostos orgânicos, em aterros sanitários, gera o chorume líquido escuro que pode conter altas concentrações de metais pesados, a matéria orgânica originada tem por objetivo a complexação de MP (Sisino & Moreira, 1996; Bertazzoli & Pelegrini, 2002; Celere, 2007). Pode haver também a presença de vermes microscópios, os nematoides que geralmente são abundantes no solo, água doce e salgada que são parasitas de animais, insetos e plantas (Goulart et al., 2009). A matéria orgânica presente no chorume contribuiu para uma maior proliferação de nematoides, que podem ser maléficos ou “benéficos” a fertilidade do solo e causar doenças em grandes ou pequenas plantações localizadas em torno de aterros sanitários (Figueira et al., 2011).

Cerca de 26% dos gêneros descritos habitam o solo e, existem fatores ambientais como a umidade do solo que afetam diretamente a sobrevivência dos nematoides a condições adversas. Estes, por sua vez, possuem variadas formas de adaptação a mudanças que ocorrem no ambiente causadas por diversos fatores, entre os quais o manejo dos cultivos, estresse climático, época de plantio, fisiologia das plantas e melhoramento genético (Blakely et al. 2002).

Os MP interagem com o solo e essa interação é complexa, dificultando o estudo e as conclusões a respeito da poluição causada por esses elementos, que podem estar adsorvidos eletrostaticamente nos sítios de trocas de colóides, incorporando na superfície (troca de ligantes) da fase orgânica ou inorgânica, coprecipitado ou, mesmo, presentes na solução do solo (Alloway, 1990). O conhecimento dessas interações e da cinética envolvida nesses processos constitui requisito imprescindível ao entendimento do controle, não só das concentrações de MP na solução do solo, como também da mobilidade desses elementos em tal sistema, possibilitando também a avaliação do grau de toxicidade (Alloway, 1990).

Objetivou-se avaliar a correlação de nematoides e elementos químicos no em torno do Aterro Sanitário de Ceres-Go.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido no Aterro Sanitário da cidade de Ceres-Goiás, cuja área possui superfície de 2,69 km<sup>2</sup> (Figura 1). O relevo local é predominantemente plano a suavemente ondulado, com altitude variando entre 525,05 m a 643,67 m. O clima, conforme classificação de Koeppen é do tipo AW (quente e semiúmido, com estação bem definida), sendo o período seco de maio a setembro e o chuvoso de outubro a abril, com temperatura média anual de 25,4 °C, com médias mínimas e máximas de 19,3 e 31,5 °C respectivamente, com precipitação média anual de 1700 mm (Koppen & Geiger, 1928).

Figura 1: Área de estudo dividida



Fonte: Google Earth (2019) com modificações.

Para a coleta das amostras do solo na área entorno ao “Aterro Sanitário” de Ceres-GO foi utilizado um sistema de posicionamento global (GPS- Leica 900) para o georreferenciamento dos pontos de amostragem. Coletou-se 22 amostras encaminhamento zigue-zague ao acaso, em quatro áreas distintas e foram destinadas para análises de fertilidade, granulométrica, do teor de Zn (solúvel e total) e nematológicas (Tabela 1). Foram coletadas na profundidade de 0-20 cm com auxílio do trado, resultando em vinte e dois pontos amostrados. Utilizaram-se sacos plásticos (2L) e uma pá e o trado holandês para recolher o solo, foi recolhido uma média de 2 Kg de solo para cada amostra e canetas de tinta permanente para fazer a identificação. Após isso, foram levadas para o laboratório de solos do IF Goiano Campus Ceres. Foram secadas e peneiradas resultando em média aproximadamente 500 g de solo para cada amostra, armazenadas em temperatura ambiente. Já para as análises nematológicas não foram peneiradas, somente secadas, e retirou-se 100 cm<sup>3</sup> de solo para cada amostra e armazenadas em geladeira.

Tabela 1: Coordenadas geográficas coletadas em cada amostra.

Nº da amostra	Coordenadas Geográficas			Áreas amostradas
	X	Y	Z	
01	649056,247	8302335,098	557,051	Cana
02	649069,824	8302364,871	557,758	Cana
03	649015,106	8302460,757	559,057	Cana
04	648943,429	8302509,470	560,716	Cana
05	648905,849	8302470,739	559,810	Cana
06	648879,808	8302423,073	557,752	Cana
07	648946,388	8302393,806	557,418	Cana



08	648979,483	8302419,889	558,537	Cana
09	648947,598	8302360,063	557,435	Lixão
10	648844,855	8302401,540	557,985	Lixão
11	649036,280	8302324,376	556,533	Lixão
12	649006,287	8302231,889	548,400	Lixão
13	648892,392	8302250,092	548,243	Lixão
14	648795,141	8302302,061	546,969	Lixão
15	648769,469	8302275,873	547,547	Lixão
16	648772,846	8302231,837	541,264	Lixão
17	648777,043	8302189,769	536,247	Pasto
18	648899,640	8302181,540	542,187	Pasto
19	648905,828	8302122,171	534,762	Brejo
20	648940,476	8302126,957	540,747	Pasto
21	648989,588	8302167,162	546,967	Pasto
22	649065,944	8302244,509	553,826	Pasto

Fonte: Arquivo Pessoal (2022)

As análises físicas do solo para a quantificação de areia, silte e argila foram realizadas de acordo com a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (1979). Para as análises químicas, seguiu-se a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), onde foram avaliados os componentes: pH em água, Al, Ca, Mg, K, P, Na e matéria orgânica (MO).

Para extração de Zn solúvel foi necessário 5 cm<sup>3</sup> de solo e adicionou 50 mL do extrator Mehlich, agitou por 5 minutos em agitador horizontal a 180 RPM, deixou em repouso por 16 horas. Já no processo de extração de Zn total foi feito conforme descrito por Andrade & Abreu (2006), em seguida foi feita a leitura da solução resultante na absorção atômica de chama.

A extração de nematoides foi feita seguindo a metodologia de Jenkins (1964) ou método de peneiramento e flutuação em centrífuga. Foi medido 100 cm<sup>3</sup> de solo no bécher, diluído em 1L de água, homogeneizou a amostra em água corrente e passou pelo conjunto de peneiras (60mesh/500mesh ou 100mesh/400mesh), utilizando o método da flutuação-sedimentação e peneiramento de Flegg e Hopper (1970). Em seguida, colocou em cada amostra 1 cm<sup>3</sup> de caulim, 5 minutos na centrífuga (marca FANEM modelo 204-NR), retirou o sobrenadante e lavou em água corrente, armazenou em tubos e acrescentou a solução de formaldeído 4%. A identificação foi feita através de um microscópio com auxílio da câmara de Peters no Laboratório de Química IF Goiano-Campus. Foi realizada a identificação em nível de gênero, sendo utilizada como referência a chave de identificação de Mai & Lyon (1960). Com os dados obtidos foi calculada a densidade populacional em 100 cm<sup>3</sup> de solo e a frequência de ocorrência do gênero.

Para o processamento e análises dos dados foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) através do software Past.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para os atributos analisados estão reunidos na Tabela 2, 3 e 4. A média de concentração de Ca é superior à de Mg, isto pode ser explicado devido Cálcio (Ca) possuir menor mobilidade que o Mg, sendo este um dos possíveis fatores para sua maior concentração (Oliveira et al., 2015), conforme descrito na Tabela 2. Conforme, os limites de interpretação de Ca teores maiores que 7 e para Magnésio teores maiores que 8 são considerados altos (Embrapa, 2015).

Tabela 2. Análises químicas e físicas das amostras coletadas nos diferentes locais.

Profund. (cm)	Min.	Máx.	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Assimetria	Curtose	Coef. Var.	
Ca	0 - 20	0,1	30,3	7,42	3,4	8,6	75,14	1,46	1,48	116,21
Mg	0 - 20	0,1	2,8	1,29	1,1	0,8	0,79	0,21	-1,49	62,01
Al	0 - 20	0	1,9	0,48	0,1	0,6	0,45	1,13	-0,30	125
pH	0 -20	4,2	7,7	5,76	5,5	1,2	1,61	0,19	-1,58	20,83
H+Al	0-20	1,5	10,9	4,67	3,9	2,9	8,83	0,70	-0,66	62,09
M.O	0-20	12,2	54,7	23,34	19,75	9,9	99,73	1,89	3,71	42,41
P	0-20	0,7	67,2	9,29	4,4	16,1	261,24	3,09	9,14	173,30
K	0-20	0,2	2,5	0,95	0,7	0,6	0,43	1,47	1,17	63,15
m	0-20	0	75,7	15,98	2,57	23,8	568,20	1,35	0,55	148,93
v	0-20	5,93	95,73	55,64	56,89	32,0	1028,29	-0,16	-1,55	57,51
T	0-20	5,6	35,4	14,34	11,53	7,7	60,33	1,57	1,95	53,69

Ca-Teor de Cálcio em  $\text{cmolc/dm}^3$ ; Mg-Teor de Magnésio em  $\text{cmolc/dm}^3$ . pH-Escala de pH em água 0 a 12; Al -Teor de Alumínio em  $\text{cmolc/dm}^3$ . H+AL-Escala de pH total de 0 a 12. M.O- Teor de matéria orgânica em  $\text{g/dm}^3$ . P- Teor de fósforo em  $\text{mg/dm}^3$ . K- Teor de potássio em  $\text{mg/dm}^3$ . m%- Saturação por Alumínio em %. v- Saturação por bases em %. T- Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0 em  $\text{cmolc/dm}^3$ .

Fonte: Arquivo Pessoal

O Aterro Sanitário de Ceres-GO é localizado em uma área de declive, pode-se perceber que nas áreas onde ocorre o declive teve uma maior concentração de Mg (Tabela 2). A área de aclave que está acima do lixão apresentou tanto para Ca e Mg concentrações baixas (Tabela 2).

Um dos fatores que causa maiores problemas de toxicidade em solos com pH abaixo de 5,0 e a elevada concentração de Alumínio (Al) disponível (Echart & Cavalli-Molina, 2001). Pode-se analisar que pH varia de 4,2 a 7,7 (Tabela 2). Segundo, Lauermann (2007) valores mais elevados do pH no solo, conforme encontrado na área do Lixão podem ser atribuídos ao efeito alcalino do chorume gerado no processo de decomposição. E a concentração de Al apresentou-se valores de mínimo 0 e valores de máximo 1,9 (Tabela 2). Corresponderam solos de amostras coletadas na área de aclave onde havia resquícios de que anteriormente era utilizada para o plantio de cana-de-açúcar (Tabela 1 e Figura1).

As amostras que foram coletadas bem próximas ao lixão, apresentaram pH maior que 7 caracterizando regiões ricas em calcário e possuem solos alcalinos (Sobral et al., 2015). Os solos que apresentam reação neutra para alcalina não estão mais dominados pelos íons de hidrogênio ou alumínio, os locais permanentes de permuta de cargas encontram-se ocupados primordialmente por bases permutáveis. Os íons hidrogênio e os íons hidróxido de alumínio foram substituídos, pode-se perceber que ao analisar a Tabela 2, estas mesmas amostras apresentam valores de mínimo 0 para o teor de alumínio no solo (Moraes Neto, 2009).

A acidez total ou potencial é composta pela acidez trocável e não trocável e é representado pelo H+Al (Sobral et al., 2015). Encontramos a variação foi de 1,5 a 10,9 (Tabela 2). Os teores de Matéria Orgânica (M.O.) apresentaram uma variação de 12,2  $\text{g/dm}^3$  a 54,7  $\text{g/dm}^3$ , sendo 54,7  $\text{g/dm}^3$  a maior concentração em toda a área (Tabela 2).

Nas análises granulométricas (areia, silte e argila), os solos apresentaram em média altos teores de areia e argila, representados na Tabela 3, se caracterizando com um solo de textura argilosa segundo a classificação do triângulo da Embrapa. Os valores de 15  $\text{g/dm}^3$  para solos arenosos, entre 16 e 30  $\text{g/dm}^3$  para solos de textura média e de 31 a 60  $\text{g/dm}^3$  para solos argilosos. Valores muito acima de 60  $\text{g/dm}^3$  indicam acúmulo de matéria orgânica no solo caracterizando má drenagem ou acidez elevada (Embrapa, 2015).

Tabela 3: Médias e variações dos componentes das análises granulométricas.

	Profund. (cm)	Min.	Máx.	Média	Mediana	D. Padrão	Variância	Assimetria	Curtose	Coef. Var.
ARE	0 -20	283, 9	684, 1	424,2 6	395,3	106,9	11428,89	1,57	1,79	25,19
SIL	0 -20	41	569, 1	155,8 1	142,9	123,1	15170,08	2,55	6,75	79,00
ARG	0 -20	70,7	563, 58	419,9 6	482,9	159,6	25483,43	-1,11	-0,26	38,00

ARE-Teor de areia em g kg; SIL-Teor de silte em g kg; ARG-Teor de argila em g kg.

Fonte: Arquivo Pessoal (2022)

Dentre as áreas amostradas os nematoides se concentraram em sua maioria na área canavieira e no aterro sanitário, sendo que o gênero predominante e identificado foi o *Meloidogyne* spp. Não apresentaram resultados para dominância de gêneros, pois foi encontrado somente um gênero. O *Meloidogyne* spp. apresentou maior abundância na área do lixão, sendo a densidade populacional no total de 100 (ovos+juvenis/100cm<sup>3</sup> de solo) (Tabela 3). Já os resultados obtidos com a extração de Zinco foram relevantes nas áreas do lixão e na área cultivada com cana, por apresentarem de fato maior exploração humana (ação antrópica) causando alterações no ambiente. No entanto, as maiores concentrações de zinco foram atribuídas ao aterro sanitário, em contrapartida nesta mesma área foi encontrado também número significativo de nematoide, conforme representado na tabela 4.

Tabela 4. Associação dos resultados encontrados para teores de zinco e nematoide extraídos do solo.

Núm. e Local	Zn solúvel	Zn total (mg/kg)	<i>Meloidogyne</i> spp. Dp
01 (Cana)	1,2	32,9	90
02 (Cana)	1,1	31,9	0
03 (Cana)	0,9	39,6	0
04 (Cana)	0,6	30,6	0
05 (Cana)	0,9	28,5	0
06 (Cana)	1,3	30,8	0
07 (Cana)	0,8	29,7	0
08 (Cana)	0,7	30	0
09 (Lixão)	2,9	56,0	0
10 (Lixão)	6,8	57,5	0
11 (Lixão)	7,6	81	0
12 (Lixão)	20,1	96,8	0
13 (Lixão)	2,4	62,3	60
14 (Lixão)	2,1	47,5	40
15 (Lixão)	15,3	92,9	0
16 (Lixão)	3,7	33,3	0
17 (Pasto)	0,3	39,9	0
18 (Pasto)	4,8	39,6	0

19 (Brejo)	4,7	26,6	0
20 (Pasto)	3,7	34,7	0
21 (Pasto)	0,5	28,7	0
22 (Pasto)	1,7	35,5	0
Frequência (%)			13,63

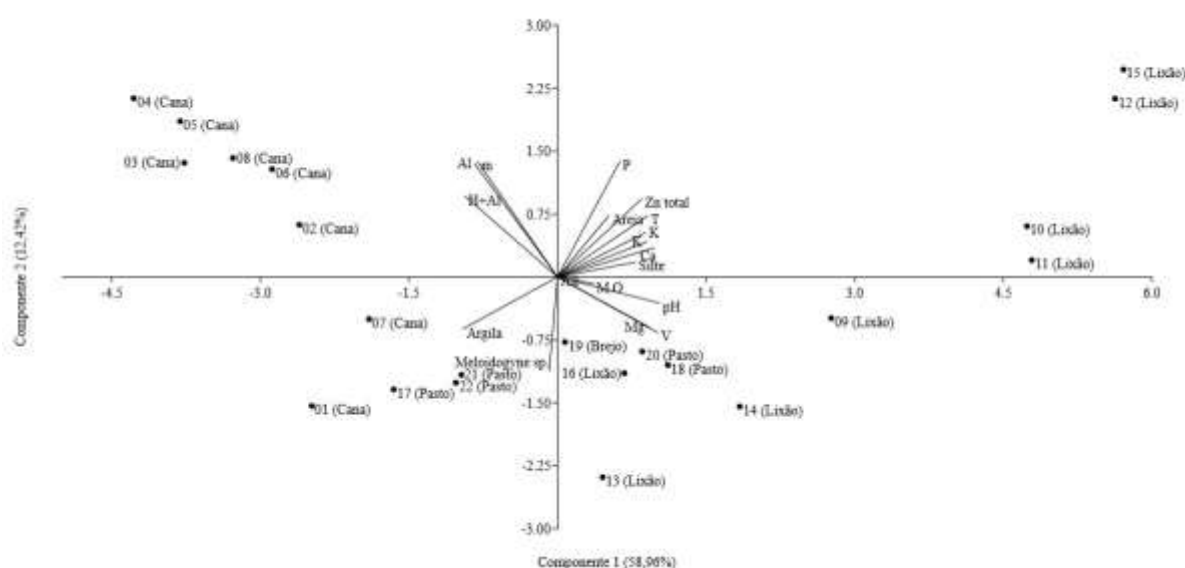
Dp: Densidade populacional (fitonematoides em 100 cm<sup>3</sup> de solo). Frequência (%): de ocorrência do gênero, em porcentagem, determinada por (número de amostras contendo a gênero/total de amostras) x 100.

Fonte: Arquivo Pessoal (2022)

Estatisticamente os resultados da densidade população (Dp) do nematoide do gênero *Meloidogyne* spp. (Tabela 4) foi encontrado na área da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e pastagem apresentando uma correlação positiva com o solo de textura argilosa que está no III Quadrante (Figura 2). E também foram encontrados nematoides do gênero *Meloidogyne* spp no lixão (Tabela 4), como este aterro sanitário de Ceres, tem muita movimentação de maquinários, caminhões, trabalhadores e a própria declividade do terreno em relação à área da cana-de-açúcar podem ter sido levados e ou lixiviados para esta área. Os nematoides desse gênero possuem hábitos endoparasitários sedentários, os juvenis (J2) penetram nas raízes dos hospedeiros e podem hospedar várias culturas, possuem variadas formas de adaptação a mudanças que ocorrem no ambiente causado por diversos fatores, entre os quais o manejo dos cultivos, estresse climático, período de plantio, melhoramento genético e a fisiologia das plantas (Blakely et al., 2002).

Os teores de Zinco total (Figura 2) foram inversamente proporcionais à população de nematoides, que se encontrou em uma correlação positiva com o solo arenoso e com os teores de potássio (K) e fosforo (P) atribuídos à área do lixão (I Quadrante). No caso dos metais pesados (MP) são numerosos os processos bioquímicos nos quais podem estar envolvidos no interior da planta como: reações em que se ligue a sítios reativos e ou substituam um elemento essencial. Para o Zn podemos citar: as alterações na permeabilidade da membrana celular, inibição da ação de enzimas e hormônios envolvidos em processos fisiológicos, tais como: respiração, fotossíntese, abertura estomática e alongação celular (Fergusson, 1990). Já a matéria orgânica (IV Quadrante) obteve resultados significativos nas áreas do lixão, pastagem e brejo, conforme a Figura 2 e está inversamente proporcional ao II Quadrante da PCA que apresenta o predomínio da cultura da cana-de-açúcar e aos teores de alumínio.

Figura 2: Análise de Componentes Principais (PCA)



#### 4. CONCLUSÃO

- Houve correlação positiva entre o variável potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e silte.
- *Meloidogyne* spp. na área da cana-de-açúcar apresentou maior densidade populacional associada a textura argilosa.
- Altos níveis de Zn total foram encontrados na área do lixão.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adas, M. (2002). Geografia: os impasses da globalização e o mundo desenvolvido. 4. ed. São Paulo: Moderna.
- Andrade, L. C.; Abreu, M. F. (2006). Análise Química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Campinas: Instituto Agronômico. 144-146 p.
- Alloway, B.J. (1990). Heavy Metal in Soil. Blackie and Son Ltd. First Published, 339p.
- Barker, K. R. (1998). Introduction and synopsis of advancements in nematology. In: BARKER, K. R.; Pederson, G. A.; Windham, G. L. Plant and nematode interactions. Madison: American Society of Agronomy. p. 1-20.
- Blakely, J.K.; Neher, D. A.; Spongberg, A. L. (2002). Soil invertebrate and microbial communities, and decomposition as indicators of polycyclic aromatic hydrocarbon contamination. Amsterdam: Applied Soil Ecology, v.21, p 71–88.
- Bertazzoli, R.; Pelegrini, R. (2002). Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. Química Nova, 25:470-6.
- Celere, M. S. ET AL. (2007). Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro.
- Echart, C. L.; Cavalli-Molina, S. (2001). Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. Santa Maria: Revista Ciência Rural, v. 31, n. 3, p. 531-541.
- Embrapa. (1979). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS.
- Embrapa. (1997). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos. 1).
- Embrapa. (2015). Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos / Lafayette Franco Sobral ... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros. 13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 206).
- Fergusson, J. E. (1990). The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. Chemistry Department, University of Canterbury, New Zealand.
- Figueira, A. F.; Berbara, R. L. L.; Pimentel, J. P. (2011). Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Maringá: Acta Scientiarum Agronomy, v. 33, n. 2, p. 223-229.
- Goulart, A. M. C.; Cares, J. E.; Ferraz, L. C. C. B. (2009). Ecologia e biodiversidade de nematoides – Parte I. Revisão Anual de Patologia de Plantas – RAPP – v. 17, p 149-185.
- Laueremann, A (2007). Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argissolo da depressão central do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)– Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (Brasil).
- Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant disease reporter, v. 48, n. 9, 692p.
- Koppen, W.; Geiger, R. (1928). Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes.
- Mai, W. F.; Lyon, H. H. (1960). Pictorial key to genera of Plant-parasitic nematodes. 4. ed. London: Comstock Publishing Associates. 219 p.
- Mcgrath, S.P.; Chaudri, A.M. & Giller, K.E. (1994). Long-term effects of land application of sewage sludge: Soils, microorganisms and plants. Acapulco, Mexico: World Congress of Soil Science, July 10-16, p 517-533.
- Neto, S. P. M. (2009). Acidez, alcalinidade e efeitos da calagem no solo. Revista Cultivar: Artigos técnicos, 30 out.
- Oliveira, M. A. B.; Rocha, E. L. L.; Chianca, C. G. C.; Júnior, J. I. S.; Tiburtno, G. L. (2015). Análise do solo no lixão e áreas circunvizinhas no município de Caraúbas-RN. Fortaleza: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC.
- Onu. (2017). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248.
- Queiroz, M. T. A. (2006). Bioacumulação de metais pesados no Rio Piracicaba, Minas Gerais, aplicando a análise por ativação Neutrônica Instrumental. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Coronel Fabriciano.
- Sisino, C. L. S.; Moreira, J. C. (1996). Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p 515-523.

Sobral, L. F.; Barreto, M. C. V.; Silva, A. J.; Anjos, J. L. (2015). Guia Prático para a interpretação de Resultados de Análises de Solo. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Webster, R. (1985). Quantitative spatial analysis of soil in the field. In: Stewart, B.A: Advance in Soil Science, v.3, p.1-70.

Warrick, A.W.; Nielsen, D.R. (1980). Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (ed.). Applications of soil physics. New York: Academic, Cap.2, p.319-344.

---