

CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS EM SOLO DO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

CORRELACIÓN ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DEL SUELO Y HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN SUELO DEL CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

CORRELATION BETWEEN SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES AND ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN SOIL OF CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

DOI: <https://doi.org/10.31692/2764-3425.v2i2.162>

¹**MARINA PEREIRA BATISTA**

Bacharelado em agronomia, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, marina.batista@estudante.ifms.edu.br

²**GRAZIELI SUSZEK**

Doutorado, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, grazieli.suszek@ifms.edu.br

³**LARISSA MICHAELA CAVALCANTE DOS SANTOS**

Bacharelado em agronomia, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, larissasantos.la@outlook.com

⁴**EDUARDA ALVES BREXÓ**

Bacharelado em agronomia, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul, eduarda.brexo@estudantes.ifms.edu.br

⁵**MAURO DE LIMA**

Engenheiro agrícola especialista em Educação, Instituto Federal De Mato Grosso do Sul,

RESUMO

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* Nova Andradina, cujo objetivo foi avaliar a presença fungos entomopatogênicos em solo e a correlação entre atributos químicos do solo do Cerrado Sul-Mato-Grossense após implantação de mix de cobertura (milheto, crotalária e braquiária). Os fungos conhecidos entomopatogênicos são capazes controlar o nível de população de alguns tipos inseto-praga, e na agricultura são utilizados de forma alternativa de realizar o controle de algumas pragas na lavoura, evitando assim as aplicações excessivas de defensivos agrícolas. Para realizar as avaliações de fungos entomopatogênicos foram coletados 48 pontos amostrais georreferenciados, respeitando o grid amostral já estabelecido, com auxílio de um cilindro, com profundidade de aproximadamente 0-5 cm. Em laboratório através da técnica “Insert bait”, foi feito o isolamento dos fungos e, em cada ponto amostral foi adicionado 10 larvas de *Tenebrio Molitor*, que foram devidamente alocados e armazenados até a avaliação; a qual foi possível observar grande variedade de microrganismos desenvolvidos durante o período de armazenamento das placas com BDA, demonstrando assim importância para melhoria da qualidade microbiológica do solo no cerrado sul-mato-grossense. Os dados coletados foram submetidos a análise estatística descritiva e análise geoestatística, sendo realizada a interpolação pelo Inverso do Quadrado da Distância (IQD), utilizando o software ArcGis, a fim de que se fosse possível fazer uma análise para identificar a correlação entre os atributos químicos do solo e a presença dos fungos entomopatogênicos, uma vez que a saturação por bases, Ca, e K podem influenciar na quantidade de fungos no solo, expondo a necessidade de tal avaliação. A realização de mapas de variabilidade espacial de fungos entomopatogênicos no solo, se mostrando uma ferramenta eficiente para realização de análises para identificação da distribuição de fungos no solo.

Palavras-chave: Microbiologia; biologia do solo; *Metarhizium*; fungos entomopatogênicos.

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* Nova Andradina, cuyo objetivo fue evaluar la presencia de hongos entomopatógenos en el suelo y la correlación entre los atributos químicos del suelo del Cerrado Sul-Mato-Grossense después implementación de una mezcla de cobertura (mijo, cáñamo sunn y *Brachiaria ruziziensis*). Los hongos entomopatógenos conocidos son capaces de controlar el nivel poblacional de algunos tipos de insectos plaga, y en agricultura se utilizan como una forma alternativa de controlar algunas plagas en los cultivos, evitando así aplicaciones excesivas de pesticidas agrícolas. Para realizar las evaluaciones de hongos entomopatógenos se recolectaron 48 puntos de muestreo georeferenciados, respetando la grilla de muestreo ya establecida, con la ayuda de un cilindro, con una profundidad aproximada de 0-5 cm. En laboratorio mediante la técnica de “Insertar cebo”, se aislaron los

hongos y, en cada punto de muestreo, se agregaron 10 larvas de *Tenebrio Molitor*, las cuales fueron debidamente asignadas y almacenadas hasta su evaluación; lo que permitió observar una amplia variedad de microorganismos desarrollados durante el período de almacenamiento de las placas con PDA, demostrando así la importancia de mejorar la calidad microbiológica del suelo en el Cerrado de Mato Grosso do Sul. Los datos recolectados fueron sometidos a análisis estadístico descriptivo y análisis geoestadístico, realizándose interpolación mediante el Cuadrado Inverso de la Distancia (IQD), utilizando el software ArcGis, de manera que fue posible realizar un análisis para identificar la correlación entre atributos químicos del suelo y la presencia de hongos entomopatógenos, ya que la saturación por bases, Ca y K puede influir en la cantidad de hongos en el suelo, exponiendo la necesidad de dicha evaluación. La creación de mapas de variabilidad espacial de hongos

entomopatogênicos en el suelo, demostrando ser una herramienta eficiente para la realización de análisis para identificar la distribución de hongos en el suelo.

ABSTRACT

The work was conducted at the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, Nova Andradina campus, whose objective was to evaluate the presence of entomopathogenic fungi in the soil and the correlation between chemical attributes of the Cerrado Sul-Mato-Grossense soil after implementation of a cover mix (millet, sunn hemp and brachiaria). Known entomopathogenic fungi are capable of controlling the population level of some types of insect pests, and in agriculture they are used as an alternative way to control some pests in crops, thus avoiding excessive applications of agricultural pesticides. To carry out the assessments of entomopathogenic fungi, 48 georeferenced sampling points were collected, respecting the already established sampling grid, with the aid of a cylinder, with a depth of approximately 0-5 cm. In the laboratory using the "Insert bait" technique, the fungi were isolated and, at each sampling point, 10 *Tenebrio Molitor* larvae were added, which were properly allocated and stored until evaluation; which

Palabras Clave: Microbiología; biología del suelo; *Metarhizium*; hongos entomopatogênicos.

made it possible to observe a wide variety of microorganisms developed during the storage period of the plates with PDA, thus demonstrating the importance of improving the microbiological quality of the soil in the Cerrado of Mato Grosso do Sul. The collected data were subjected to descriptive statistical analysis and geostatistical analysis, with interpolation being carried out using the Inverse Square of Distance (IQD), using the ArcGis software, so that it was possible to carry out an analysis to identify the correlation between chemical attributes of the soil and the presence of entomopathogenic fungi, since saturation by bases, Ca, and K can influence the amount of fungi in the soil, exposing the need for such an assessment. The creation of maps of spatial variability of entomopathogenic fungi in the soil, proving to be an efficient tool for carrying out analyzes to identify the distribution of fungi in the soil.

Keywords: Microbiology; soil biology, *Metarhizium*; entomopathogenic fungi.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960 os fungos classificados como entomopatogênicos são classificados como agentes de controle biológico. Esses fungos podem auxiliar na redução de alguns insetos-pragas e ácaros fitófagos e também através da ciclagem de nutrientes ajudar na manutenção da saúde do agrossistema (AFANDHI et.al. 2022)

Por serem capazes de controlar o nível populacional de alguns insetos, os fungos entomopatogênicos crescentemente vêm sendo utilizados na agricultura, como forma alternativa de realizar o controle de algumas pragas na lavoura, evitando assim as aplicações excessivas de defensivos agrícolas (ALVES, 2010).

Da mesma forma, o uso biotecnológico de fungos entomopatogênicos como agentes de biocontrole apresenta-se como uma alternativa sustentável ao limitado número de pesticidas químicos disponíveis, a qual ainda poderá ser ainda mais restringido de acordo com as

evoluções de cada inseto quanto a resistência de determinado produto químico.

Os fungos entomopatogênicos durante grande parte do seu ciclo habitam o solo, que pode ser considerado o maior reservatório desses fungos, conseqüentemente as práticas de cultivo adotadas podem ter efeitos na população desses fungos, em exemplo o uso de defensivos agrícolas utilizados na agricultura convencional podem reduzir as populações desses fungos (AFANDHI, et al. 2022 e MEYLING,2006).

Além disso, o solo sob cobertura vegetal natural, quando convertido em áreas agricultáveis, passa por mudanças drásticas, as quais podem interferir em sua qualidade, afetando negativamente os processos ecológicos naturais como um todo; a qualidade de um solo está diretamente relacionada com as avaliações das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, bem como as suas interações (SOUZA. et al, 2021)

Em concordância com Andreote (2016) ainda é pouco o conhecimento que temos a respeito da microbiologia dos solos dos principais biomas brasileiros, fazendo-se necessários mais estudos específicos a cada um destes, de acordo com as características e particularidades presente em cada bioma brasileiro, sendo válido a pesquisa para relacionar os atributos químicos do solo do cerrado Sul-Mato-Grossense e a presença dos fungos entomopatogênicos.

Dessa maneira, o trabalho possui por objetivo avaliar a presença de fungos entomopatogênicos em solo do Cerrado Sul-Mato-Grossense, bem como determinar a variabilidade espacial de fungos entomopatogênicos em solo de área de cultivo de mix de cobertura no cerrado sul-mato-grossense, e controle de insetos- pragas nas propriedades químicas e físicas do solo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fungos entomopatogênicos

Estudos apontam que o uso de pesticidas no controle de pragas tem sido reduzido em muitas partes do mundo, por rudimentos preocupados com a saúde humana e do meio ambiente, dessa maneira aumenta-se o interesse em controles alternativos, sendo o uso de fungos entomopatogênicos um deles, sendo no Brasil as espécies *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* são as principais aplicadas como agentes de controle biológico (BERNARDI, et al., 2022).

Os fungos como um todo, são um grupo de microrganismos muito pesquisados, no entanto em consideração a grande diversidade a ser explorada, implica na inexploração de muitas das suas espécies, os fungos entomopatogênicos por exemplo, a depender do local em que são encontrados podem ter crescido de forma lenta ou acelerada, evidenciando dessa forma

que ainda há muito a ser estudado, ainda mais quando pensamos no seu potencial promissor com sua utilização como inimigos naturais de algumas espécies de pragas agrícolas (SALES, 2023).

Os fungos entomopatogênicos são organismos capazes de colonizar diferentes tipos de pragas, causando as chamadas epizootias, que significa que pode causar a morte ou interferir na alimentação dos insetos e/ou ácaros. Dessa maneira podem ser entendidos como agentes de controle biológico, reduzindo a população de insetos-pragas e ácaros fitófagos (AFANDHI, et al. (2022).

Relação dos atributos químicos do solo e fungos entomopatogênicos

O processo de transformação de um solo de sua cobertura vegetal natural para uma área agricultável traz ao solo consequências, alteram a microbiota presente nele, os atributos de Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação de bases (V%), e presença de Ca e K podem ser indicadores dessas transformações, que por consequência da concentração destes no solo o quantitativo de fungos entomopatogênicos poderá diminuir ou sofrer alterações, afetando negativamente os processos ecológicos como um todo (SOUZA, et al, 2021), e uma vez que a saturação de bases, Ca, e K podem influenciar a quantidade de fungos presentes no solo, há a necessidade de tal avaliação ser realizada.

Controle biológico

Os insetos-praga encontrados em área agrícola podem causar de 18 a 26% de perdas na produtividade de grandes culturas, sendo a maioria dos danos causados quando a cultura ainda está a campo. O controle biológico apresenta efeito mais lento do que o químico, sendo necessárias mudanças na política de manejo de insetos-praga. O controle com defensivos químicos normalmente é feito em momentos em que o dano já está consolidado e é preciso uma resposta rápida. Já no controle biológico com os fungos (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e *Nomuraea rileyi*), procura-se manter os insetos-praga em baixa densidade populacional, exigindo monitoramento e ações antecipadas. Assim, é possível ter um controle efetivo sem efeitos nocivos (LAZZARINI, 2005).

Em concordância com Carneiro (2023) o controle biológico se torna cada dia mais importante, e alguns aspectos são fundamentais para proporcionar um bom desenvolvimento do manejo do controle biológico, entre estes se destaca o aumento da disponibilidade de agentes de controle biológico.

Desta maneira estudos direcionados diretamente a presença de agentes de controle biológico, como se faz presente neste trabalho sobre os fungos entomopatogênicos são

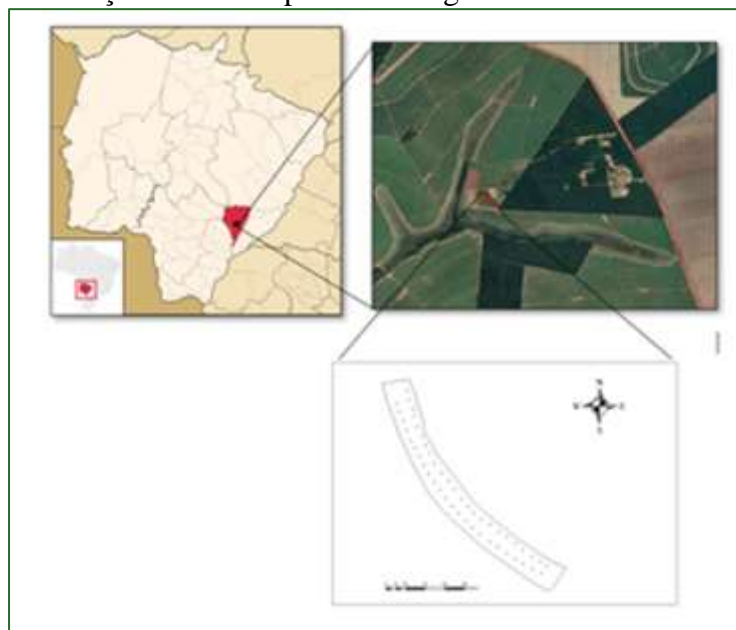
extremamente necessários, logo que é de importância que se conheça os fatores que influenciam na quantidade desses organismos no solo, uma vez que também é válido o entendimento sobre a variabilidade espacial destes no solo.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo possui 1 ha e está localizada no município de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul, Brasil ($22^{\circ} 4'56.46''S$; $53^{\circ}28'8.43''O$) (Figura 1). Os pontos limítrofes da área foram obtidos por meio do uso de GPS topográfico. O clima do local é caracterizado como tropical Aw clima megatérmico com estação invernal pouco definida ou ausente, concentração de chuvas nos meses de verão e secas no inverno segundo classificação de Köppen.

Figura 01 - Localização da área experimental agrícola Nova Andradina/MS - Brasil.



Fonte: Própria (2019).

Histórico da área

Por muitos anos a área foi utilizada para pastagem rotacional (*Urochloa brizantha* cv. *Marandu*), e no ano de 2019, a área passou a ser preparada para conversão em sistema de plantio direto, ao qual metade da área foi trabalhada com cultura do girassol e a outra metade permaneceu pastagem, apresentando boa produtividade e boa qualidade de grãos. Já em 2020 devido à pandemia a área permaneceu em pousio, com retorno da pastagem, em razão ao seu rico banco de sementes. No ano de 2021 toda área foi implantada com Girassol, mas devido a

problemas climáticos ocorridos e baixo vigor das sementes, a área apresentou baixa produtividade.

Para que esse estudo pudesse ser realizado, a área de 1 ha foi implantada de mix de cobertura (milheto, crotalária e *Brachiaria ruziziensis*). Sendo feita duas análises de solo realizadas na área (2019 e 2021), verificando-se um solo com 88,7% de areia, 1,39% de silte e 9,91% de argila.

Figura 02 e 03 - Antes da implantação do mix de cobertura e após a implantação do mix de cobertura, respectivamente.



Fonte: Própria (2022).

Amostragem do solo

A primeira amostragem foi realizada antes da instalação do mix de cobertura (milheto, crotalária e *Brachiaria ruziziensis*), a qual foram coletadas amostras do horizonte A em uma profundidade de aproximadamente 0-5 cm, com o auxílio de um cilindro já higienizado com álcool 70%, foram coletados 48 pontos amostrais, respeitando o grid amostral já estabelecido, para realizar as avaliações dos fungos entomopatogênicos; processo repetido em duas análises, a fim de caracterizar o solo e realizar as devidas comparações, bem como, para conhecimento dos microorganismos presentes na área.

Figura 04 - Coleta do cilindro de solo.



Fonte: Própria (2022).

Após as amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos dentro de um isopor, a fim de manter a temperatura do solo.

O mix de plantas de cobertura foi instalado na área no início de setembro de 2022 e a segunda coleta de solo para análise de fungos entomopatogênicos foi realizada em novembro de 2022 com 75 dias após a implantação do mix.

Preparação e análise das amostras de solo

Em laboratório, foi realizado o isolamento dos fungos entomopatogênicos através da técnica “Insert bait”, de forma ao qual fora separado 80g de solo de cada ponto amostral, sendo adicionado 10 larvas de *Tenebrio molitor*, que foi armazenado em potes plásticos em um local fresco e iluminado naturalmente, o solo ainda foi umedecido sempre que necessário.

Em 5 dias foram retiradas dos potes as larvas mortas e possivelmente contaminadas, processo repetido a cada 3 dias, durante um período de 21 dias. As larvas mortas quando removidas foram esterilizadas com álcool 70% superficialmente por 1 minuto, sendo imersas 3 vezes em água destilada, após esse processo foram colocadas em câmara úmida durante 10 dias, para confirmação da mortalidade, posteriormente as larvas com sinais característicos de fungos entomopatogênicos foram isoladas em placas de petri para desenvolvimento dos organismos responsáveis pela morte das larvas de *T. molitor*.

Figura 05 - Pesando 80g de solo.



Fonte: Própria (2022).

Figura 06 - Pote com amostra de solo com larvas de *T. molitor*.



Fonte: Própria (2022).

As placas de petri contendo larvas mortas de *T. molitor* foram armazenadas em B.O.D por 10 dias para desenvolvimento dos organismos responsáveis pela morte das larvas, sendo possível a ação de fungos entomopatogênicos. Com 10 dias de armazenamento os organismos que se desenvolveram foram passados para placa de petri com meio de cultura BDA e armazenados novamente em B.O.D para o desenvolvimento e avaliação

Para a realização da segunda avaliação foram utilizados os mesmos processos e técnicas de manipulação das amostras, para que fosse possível comparar os resultados.

Figura 07 - Larva de *T. molitor* morta.



Fonte: Própria (2022).

Figura 08 - Larva de *T. molitor* isolada em placa de petri.



Fonte: Própria (2022).

Figura 09 - Larvas armazenadas em B.O.D.



Fonte: Própria (2022).

Figura 10 - Fungos em larva morta.



Fonte: Própria (2022).

Figura 11 - Câmara de fluxo contínuo.



Fonte: Própria (2022).

Figura 12 - Placas de petri com BDA.

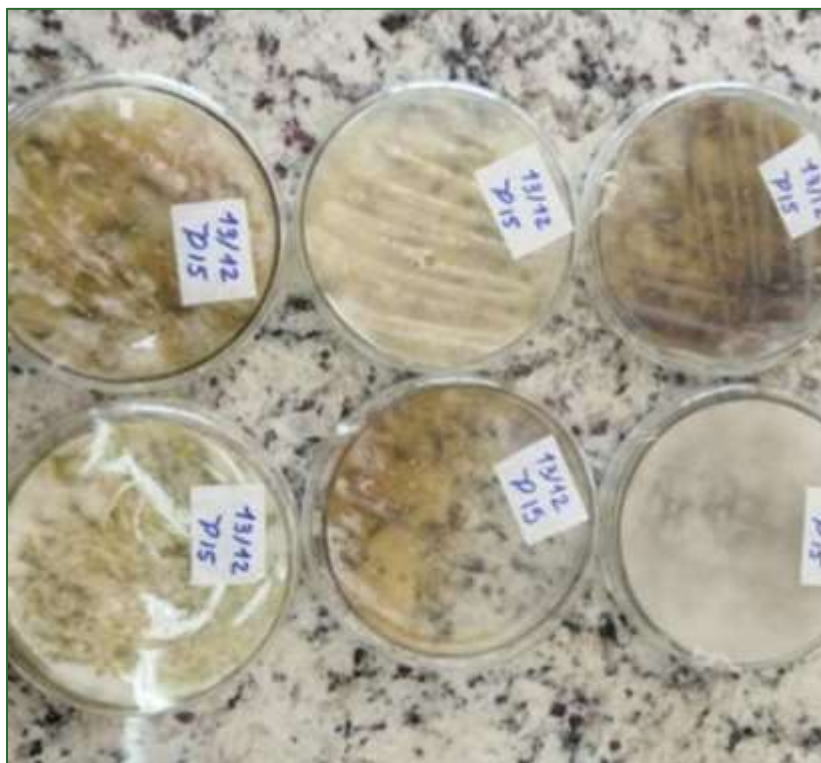


Fonte - Própria (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira avaliação realizada anteriormente à instalação do mix de cobertura, foi possível observar uma grande variedade de microrganismos que se desenvolveram durante o período de armazenamento das placas com BDA. Os fungos que foram encontrados são provenientes do solo ou contaminante, não sendo possível classificá-los como entomopatogênicos.

Figura 13 - Diversidade de fungos encontrados no solo.



Fonte: Própria (2022)

Na segunda avaliação, foi possível observar e identificar a presença de fungos entomopatogênicos, como ocorrido no trabalho, ao qual nessa nova avaliação foi possível identificar entre os fungos isolados o *Metarhizium*.

Figura 14 - Fungo entomopatogênico encontrado (*Metarhizium*)



Fonte: Própria (2022).

Era esperado que com a implantação do mix de cobertura houvesse uma melhora, mesmo que mínima na qualidade biológica do solo, no entanto a média não mostrou diferença

significativa, como pode ser observado na Tabela 1, no entanto, o quantitativo de larvas mostrou-se maior depois da implantação do mix, quando comparado a coleta anterior.

Tabela 01. Análise de Variância das estruturas antes e após implantação do mix de cobertura e contagem de larvas mortas.

	Antes	Após
Quantidade de larvas mortas	7,48 A	7,00 A
Contagem de larvas mortas	336	358

Fonte: Própria (2022).

Na tabela 2 foi possível observar que não foram obtidas correlações significativas na primeira análise antes do mix de cobertura e nem após o mix de cobertura, no entanto na análise antes do mix de cobertura foi possível observar que os atributos Ca e Saturação por bases (V%), apresentaram uma correlação média negativa, quanto a esses elementos aumentam, a tendência é reduzir a quantidade de fungos entomopatogênicos na área agrícola, já com diminuição do Cu também aumenta-se a quantidade de fungos entomopatogênicos.

Tabela 02 - Análise de correlação de Pearson, para as variáveis analisadas...

	Análise antes da cobertura	Após mix de cobertura
M.O.(g/dm-3)	- 0.07	0.01
K (mg/dm-3)	0.20	0.10
K (mmolc/dm-3)	0.16	0.06
Ca (mmolc/dm-3)	- 0.21	-0.16
CTC Total (mmolc/dm-3)	-0.09	- 0.09
Sat.Bases(V%)	- 0.21	- 0.15
B(mgdm-3)	0.05	0.04
Cu(mg/dm-3)	0.30	0.06
Fe(mg/dm-3)	0.06	-0.11
Mn (mg/dm-3)	0.05	-0.05
Zn(mg/dm-3)	0.02	-0.17

Fonte: Própria (2022).

De acordo com estudos como Santos (2006), a presença de alguns metais podem influenciar na população de organismos no solo e, o cobre por exemplo é um elemento que pode apresentar efeitos negativos em diversas formas de vida, podendo contaminar e poluir ecossistemas dependendo da concentração desses metais, podendo interferir em importantes processos biológicos realizados por microrganismos, como a decomposição de matéria orgânica, liberação de nutrientes no solo, estabilidade de agregados, entre outros.

Por sua vez, bactérias e fungos do solo têm habilidade para transformar o cobre em suas células, sendo utilizados em reações bioquímicas como catalisadores, na manutenção do equilíbrio osmótico da célula, isto por razão a algumas proteínas específicas que protegem esses organismo da toxicidade do cobre. Dessa maneira a concentração do metal é quem irá determinar a toxicidade do cobre para os organismos (SANTOS, 2006).

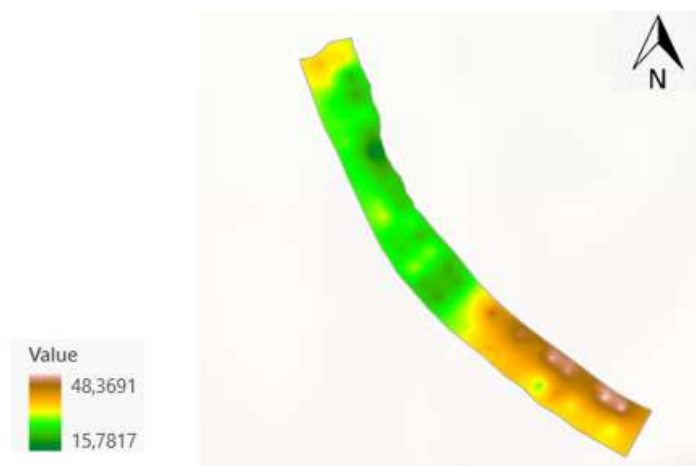
Entre os diversos fatores que influenciam para aumento ou diminuição da população de microrganismos também destaca-se a influência do pH do solo, pois além das concentrações de H^+ e OH^- , o pH está diretamente relacionado à disponibilidade de nutrientes, e conseqüentemente a população microbiana, pela possibilidade de permitir que substâncias tóxicas presentes no meio penetrem no interior das células (CIABOTTI, 2013).

A partir de tais estudos entende-se que a correlação entre os atributos químicos do solo e a presença de fungos entomopatogênicos apresenta grande importância, visto que são diversas as variáveis que influenciam para o estabelecimento dessas populações no solo, sendo assim é necessário o uso de ferramentas para o acompanhamento da presença e distribuição dos fungos entomopatogênicos no solo do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Foram feitos mapas de variabilidade espacial nos pontos analisados nos anos de 2022 e 2023, o qual apresentaram a quantidade de larvas mortas presente na área, em que a coloração de maior quantidade de larvas mortas é representado por cor alaranjada e verde para menor quantidade de larvas mortas e, conseqüentemente maior quantidade de larvas vivas.

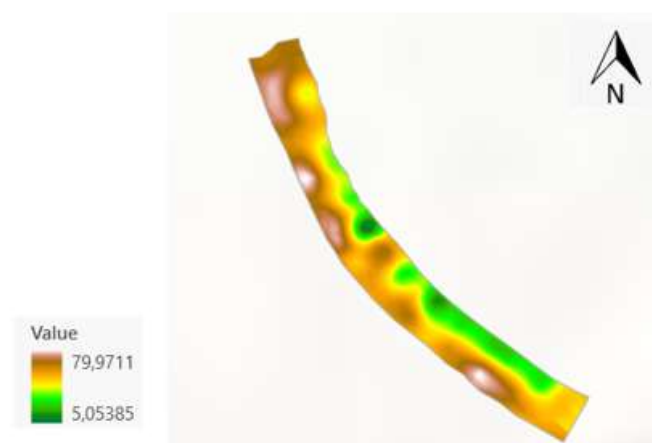
No ano de 2022 houve maior área com quantidade de larvas de larvas vivas, ou seja, baixo índice de fungos no solo; já em 2023, após a implantação do mix de cobertura (milheto, crotalária e *Brachiaria ruziziensis*), foi obtido maior quantidade de larvas mortas, no qual o ponto 44 onde está sendo representado pela seta identificamos fungos entomopatogênicos, demonstrando assim, a importância do mix de cobertura para proporcionar melhoria microbiológica no solo.

Figura 15 - Variabilidade espacial de larvas encontradas mortas nos pontos de análise para o ano de 2022.



Fonte: Própria (2022).

Figura 16 - Variabilidade espacial de larvas encontradas mortas nos pontos de análise para o ano de 2023.



Fonte: Própria (2022).

CONCLUSÕES

Com o uso do mix de cobertura (milheto, crotalária e braquiária) foi possível encontrar fungos entomopatogênicos no solo, apresentando um resultado importante para melhoria da qualidade microbiológica do solo no cerrado sul-mato-grossense.

A análise de correlação mostrou que o Ca, K e a Saturação por Bases podem auxiliar no aumento ou diminuição de fungos no solo.

O mapa de variabilidade se mostrou eficiente na identificação da distribuição de fungos na área em análise, sendo assim uma excelente ferramenta para análise biológica do solo.

REFERÊNCIAS

AFANDHI, A.N, CHOLIQ, F.A.; FERNANDO, I.; MARPAUNG, Y.M.A.N.; SETIAWAN, Y. **Occurrence of soilinhabiting entomopathogenic fungi within a conventional and organic farm and their virulence against Spodoptera litura.** Biodiversitas Journal of

Biological Diversity:[online]. 2022. v. 23 n. 2 (2022).

ALVES, Roberto Teixeira. FARIA, Marcos. **Pequeno manual sobre fungos entomopatogênicos**. Planaltina (DF). Embrapa Cerrados. v. 278. p. 26-31. 2010.

ANDREOTE, Fernando Dini; CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. Introdução à biologia do solo. **Microbiologia do solo**, p. 221 il, 2016.

BERNARDI, E.P., D. M.; NASCIMENTO, J. S.D.; RIBEIRO, P. B., SILVA, C. I. D. Efeito dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre o desenvolvimento de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, 73, 127-129. 2022.

CIABOTTI, Elaine Donata. **Atributos microbiológicos, químicos e granulométricos de organossolo e latossolos vermelhos: efeito sazonal e uso do solo**. Doutorado em Agronomia. UNESP. p. 1-61. 2013.

CARNEIRO, Raiana de Oliveira. Fungos como agentes de controle biológico de pragas agrícolas: uma revisão bibliográfica. **Repositório UFPB**. p. 10-30. 2023

LAZZARINI, G. M. J. **Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e atividade contra *Triatoma infestans***. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2005.

MEYLING, Nicolai V.; EILENBERG, Jorgen. **Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem**. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 113, n. 1-4, p. 336– 341, abr. 2006.

SANTOS, Lílian Castilho dos. **Efeito do cobre na população de bactérias e fungos do solo, associação ectomicorrízica e no desenvolvimento de mudas de Eucalipto e Canafístula**. Dissertação de mestrado.UFSM, RS. p.13-28. 2006.

SALES, Ergon Victor Souza. Fungos entomopatogênicos: uma revisão sobre a espécie *paecilomyces lilacinus* no controle de pragas na agricultura. 2023.

SOUZA, Paulino Taveira de et al. Variabilidade espacial da biomassa e atividade microbiana do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1949-1967, 2022.

Submetido em: 29/04/2024

Aceito em: 18/07/2024

Publicado em: 31/07/2024

Avaliado pelo sistema *double blind review*