



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA
ENGENHARIA AGRONÔMICA

TAMIRES DOS REIS SILVA

**Relação entre os eventos de queimada e a diversidade microbológica do solo no Parque
Nacional da Chapada das Mesas**

Imperatriz - MA

2025

TAMIRES DOS REIS SILVA

Relação entre os eventos de queimada e a diversidade microbológica do solo no Parque Nacional da Chapada das Mesas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador:

Profa. Dra. Isabelle Batista Santos

Imperatriz - MA

2025

S586r

Silva, Tamires dos Reis

Relação entre os eventos de queimada e a diversidade microbiológica do solo no Parque Nacional da Chapada das Mesas. / Tamires dos Reis Silva. – Imperatriz, MA, 2025.

24f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônoma) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2025.

1. Incêndios florestais. 2. Bioma cerrado. 3. Índice de diversidade. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 630*43:574

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Kacio Micael Oliveira Vidal CRB13/988**

RELAÇÃO ENTRE OS EVENTOS DE QUEIMADA E A DIVERSIDADE
MICROBIOLÓGICA DO SOLO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DAS MESAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão como requisito básico para a conclusão do
Curso de Engenharia Agrônômica.

Data de aprovação: 16 / 01 / 2025

Banca Examinadora

Profa. Dra. _____

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Profa. Dra. _____

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Profa. Dra. _____

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Aos meus amados pais, Juscelino e Rosimeyre, que sempre estiveram comigo e apoiaram até meus sonhos mais impossíveis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me guiou e fortaleceu em cada etapa desta jornada.

Aos meus pais, Juscelino e Rosimeyre, pela dedicação incansável, por não medirem esforços para me proporcionar o melhor, e por serem meu alicerce em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Taynara e Thiago, pela cumplicidade, pelas risadas compartilhadas e pelo apoio constante nos momentos mais difíceis. Família, vocês são meu maior tesouro, e sempre amarei e protegerei vocês.

Aos meus amigos que a vida me presenteou, dentro e fora da universidade, que estiveram ao meu lado em cada desafio, celebrando comigo cada conquista. A amizade de vocês tornou essa caminhada muito mais leve e significativa.

Aos professores que, ao longo desses anos, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal, compartilhando não apenas conhecimento, mas também experiências de vida.

Aos laboratórios de Solos e Fisiologia Vegetal, que me acolheram e me proporcionaram diversos aprendizados, despertando ainda mais meu amor pela pesquisa.

À UEMASUL, por ser mais que uma instituição de ensino, mas um marco na minha trajetória pessoal e profissional.

Por fim, dedico este trabalho aos meus queridos pets, cuja presença constante e amor incondicional tornaram minha rotina mais doce e cheia de significado.

A todos, minha eterna gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Parque Nacional da Chapada das Mesas no estado do Maranhão (A), que compreende os municípios de Estreito, Carolina e Riachão (B, C). Imagem de satélite da Google Earth (C).....	11
Figura 2 - Classes de vegetação cerrado aberto (a) e cerrado denso (b) no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.	12
Figura 3 - Cultivo microbiano: Inoculação do solo diluído no BDA (a); Placas de Petri logo após a inoculação (b); Placas de petri com as colônias desenvolvidas (c).....	14
Figura 4 - Desenvolvidos das colônias dos microrganismos.....	13
Figura 5 - Etapa da repicagem (a): placa alta carga microbiana (b) e colônia isolada (c) ...	13
Figura 6 - Procedimento de montagem das lâminas com estruturas dos microrganismos (a,b) e identificação dos microrganismos no microscópio (c).	14
Figura 7 - Fungo do gênero <i>Aspergillus</i> no microscópio.....	15

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Gêneros e a abundância dos fungos encontrados no solo do bioma Cerrado do Maranhão, nas classes de vegetação cerrado denso e cerrado aberto e os anos transcorridos desde o último evento de queimadas 16
- Tabela 2 - Índice de biodiversidade de Shannon Wiener no Parque Nacional da Chapada das Mesas, em relação as classes de vegetação e os anos de queimadas..... 18
- Tabela 3 - Índice de diversidade de Simpson (D) no Parque Nacional da Chapada das Mesas, em relação as classes de vegetação e os anos de queimadas 18

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
MATERIAIS E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS	20

RELAÇÃO ENTRE OS EVENTOS DE QUEIMADA E A DIVERSIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DAS MESAS

RESUMO: O bioma cerrado se destaca pelo seu ecossistema diversificado. Entretanto, a frequência das queimadas potencializa os problemas, como diminuição da diversidade microbiológica do solo. O desenvolvimento de Unidades de Conservação no Maranhão, como o Parque Nacional da Chapada das Mesas, é essencial para preservação do cerrado maranhense. O objetivo foi avaliar o impacto da frequência das queimadas na diversidade microbiológica do solo, sob duas fitofisionomias no cerrado no estado do Maranhão. Oito áreas foram analisadas, com quatro repetições cada, conforme a classe de vegetação e o tempo transcorrido desde a última queimada. As classes de vegetação: cerrado denso (CD) e cerrado aberto (CA). Os tempos transcorridos: 3, 5, 8 e mais de 10 anos. A análise microbiológica foi realizada por meio de técnicas para identificação de microbiológica. Os gêneros mais recorrentes encontrados foram *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Trichoderma* sp. Para avaliação da diversidade microbiológica, utilizou-se o índice de biodiversidade de Shannon Wiener (H') e o índice de diversidade de Simpson (D). Os índices indicaram que a área de CA com mais de 10 anos desde o último incêndio possui maior diversidade microbiológica, $H' 0,63$ e $D 0,72$. E a área de CD e CA com 3 anos o último registro de queimada apresentou menor diversidade microbiológica, $H' 0,66$ e $D 0,47$, e $H' 0,69$ e $D 0,49$, respectivamente. Os resultados conduziram a conclusão de que os eventos de queimada afetam significativamente a diversidade microbiológica do solo no bioma cerrado do estado do Maranhão.

Palavras-chave: Incêndios florestais. Bioma cerrado. Índice de diversidade.

ABSTRACT: The cerrado biome stands out for its diverse ecosystem. However, the frequency of fires exacerbates problems, such as a decrease in soil microbiology diversity. The development of Conservation Units in Maranhão, such as the Chapada das Mesas National Park, is essential for the preservation of the Maranhão cerrado. The objective was to evaluate the impact of the frequency of fires on soil microbiological diversity, under two phytophysognomies in the cerrado in the state of Maranhão. Eight areas were analyzed, with four replicates each, according to the vegetation class and the time elapsed since the last fire. The vegetation classes were: dense cerrado (CD) and open cerrado (CA). The elapsed times were: 3, 5, 8 and more than 10 years. Microbiological analysis was performed using techniques for microbiological identification. The most recurrent genera found were *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. and *Trichoderma* sp. To assess the microbiology diversity, the Shannon Wiener biodiversity index (H') and the Simpson diversity index (D) were used. The indexes indicated that the CA area with more than 10 years since the last fire had greater microbiological diversity, $H' 0.63$ and $D 0.72$. And the CD and CA area with 3 years since the last fire record had lower microbiological diversity, $H' 0.66$ and $D 0.47$, and $H' 0.69$ and $D 0.49$, respectively. The results led to the conclusion that fire events significantly affect soil microbiological diversity in the cerrado biome of the state of Maranhão.

Keywords: Forestry fires. Cerrado biome. Diversity index.

INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro se destaca pelas suas adaptações e seu ecossistema diversificado. Ocupando 23,9% do território nacional, ele é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado apenas pelo bioma Amazônico (IBGE, 2004). Entretanto, a frequência e recorrência das queimadas, potencializam os problemas, como a degradação do bioma e a diminuição da diversidade da microbiologia do solo.

No cerrado, as espécies vegetais endêmicas desenvolveram características adaptativas associadas à presença do fogo, bem como, indução da floração, aumento da produção de frutos e sementes (Pivello, 2011). E rebrotamento de raízes e cascas mais espessas, nas áreas de maior incidência de queimadas (Simon *et al.*, 2009). Gomes *et al.* (2024) afirma que as queimadas fazem parte de um contexto histórico brasileiro. Contudo, sua ocorrência afeta as características físicas, químicas e biológicas do solo (Redin *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 1992). E promovem o empobrecimento, aumento da temperatura, destruição da matéria orgânica, umidade e nutrientes do solo, afetando a sobrevivência da população microbiana (Sousa *et al.*, 2019).

Segundo Massullo *et al.* (2018) a criação de Unidades de Conservação (UC) maranhenses, visa preservar o bioma, e correspondem a 27% do território do estadual (cerca de 92 mil km²). Entre as UCs maranhense, destaca-se o Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM), criado 2005, ele possui relevância ecológica e sociocultural, possuindo espécies endêmicas (Ferraz *et al.*, 2020), englobadas em diferentes fitofisionomias separadas de acordo com a densidade e distribuição espacial da vegetação na área (Abdon *et al.*, 1998). O presente trabalho vai analisar duas fitofisionomias do cerrado: cerrado denso e cerrado aberto.

No cerrado denso, a vegetação é lenhosa dispersa e em média atinge altura máxima de 12 metros, com diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 17,4 cm e densidade de 1.033 árvores por hectare. Por outro lado, no cerrado aberto, que se caracteriza como uma fisionomia intermediária ou transicional entre o cerrado típico e o campo, predominam árvores com alturas variando entre 3 e 7 metros, com DAP médio de 12,4 cm e uma densidade de 900 árvores por hectare (Abdon *et al.*, 1998).

Portanto, o trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes classes de frequência de fogo na diversidade microbiológica do solo, sob duas fitofisionomias no cerrado maranhense. Baseando-se na hipótese que os eventos de queimadas promovem diminuição da diversidade microbiológica do solo do bioma cerrado maranhense.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área da Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM), coordenadas $7^{\circ}19'0''\text{S}$ e $47^{\circ}20'6''\text{W}$. A UC foi criada em 12 de dezembro de 2005, pelo Governo Federal, para expandir áreas protegidas no bioma cerrado. (Silva *et al.*, 2019). O PNCM é localizado na região nordeste brasileira, estado do Maranhão, e compreende os municípios de Estreito, Carolina e Riachão. A região é caracterizada pelo bioma cerrado e possui o clima classificado tropical úmido, com duas estações bem definidas (seca e chuvosa) (Lima *et al.*, 2007).

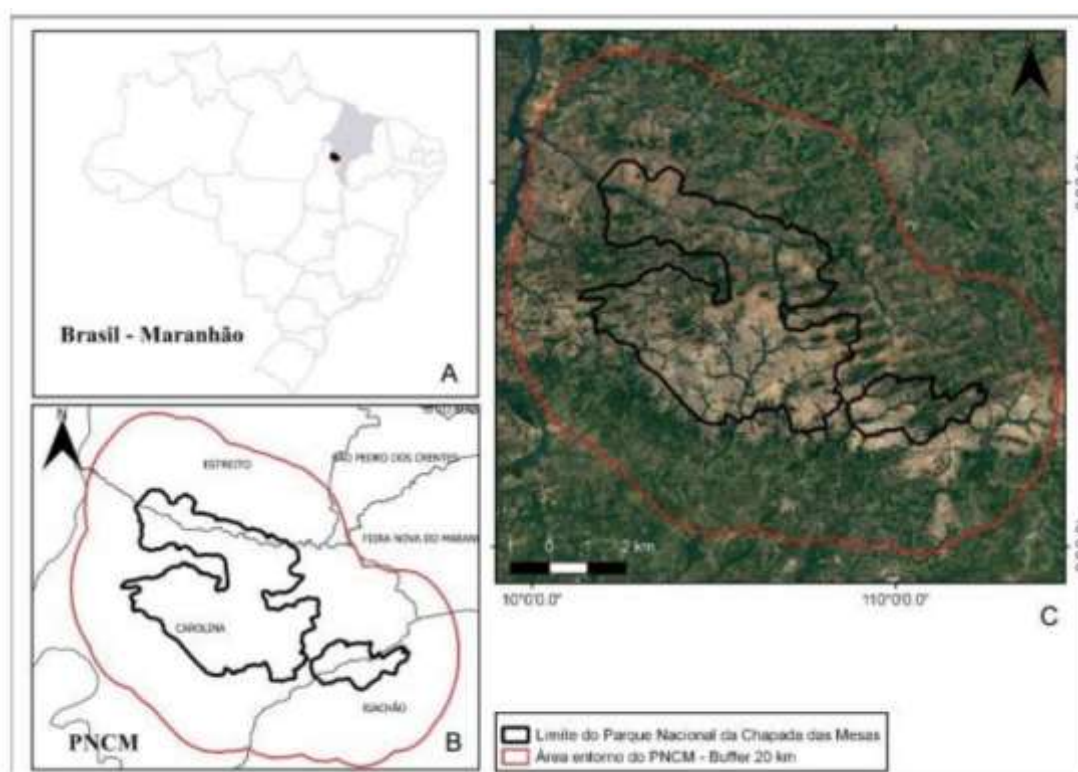


Figura 01. Localização do Parque Nacional da Chapada das Mesas no estado do Maranhão (A), que compreende os municípios de Estreito, Carolina e Riachão (B, C). Imagem de satélite da Google Earth (C). Carvalho (2019)

Foram avaliadas oito áreas, com quatro repetições cada, levando em consideração a classe de vegetação e o tempo transcorrido desde a última queimada. As classes de vegetação foram o cerrado denso (CD) e cerrado aberto (CA) (Figura 02). Os tempos transcorridos desde a última queimada foram de 3 anos, 5 anos, 8 anos e mais de 10 anos.



Figura 02. Classes de vegetação cerrado aberto (a) e cerrado denso (b) no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA. Carvalho (2022)

As amostras deformadas do solo foram coletadas na profundidade entre 0 e 20 cm. Coletou-se quatro amostras compostas de terra, nas oito áreas, distantes de 1.000 m entre si. Para a obtenção das amostras compostas, foram coletadas 10 amostras simples, distantes 50 m entre si. O solo coletado foi seco ao ar e passado por peneira de 2 mm, para compor a terra fina.

As análises microbiológicas foram realizadas na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, campus de Imperatriz. Utilizou-se o método de diluição seriada do solo, descrito em Wollum (1982) e na Portaria n.º 31, de 08 de junho de 1982, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A diluição seriada consiste na realização de várias diluições progressivas do solo para diminuir sua concentração. No cultivo dos microrganismos utilizou-se o meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Ágar) (Figura 03).



Figura 03. Cultivo microbiano: Inoculação do solo diluído no BDA (a); Placas de Petri logo após a inoculação (b); Placas de Petri com as colônias desenvolvidas (c)

O plaqueamento foi realizado em placas de petri esterilizadas, com o auxílio de micropipeta, e utilizando capela de fluxo laminar. Após a inoculação, as amostras foram armazenadas até o aparecimento das colônias, que durou cerca de 7 dias (Figura 04). As colônias foram contadas e logo após realizou-se a repicagem para o meio de cultura BDA, sendo estas separadas (Figura 05). O isolamento das colônias foi realizado objetivando uma identificação precisa, já que, quando se obtém uma cultura com alta carga microbiana, é necessário reduzir essa carga ao máximo para obter uma análise e identificação correta do microrganismo específico.



Figura 04. Desenvolvimento das colônias dos microrganismos

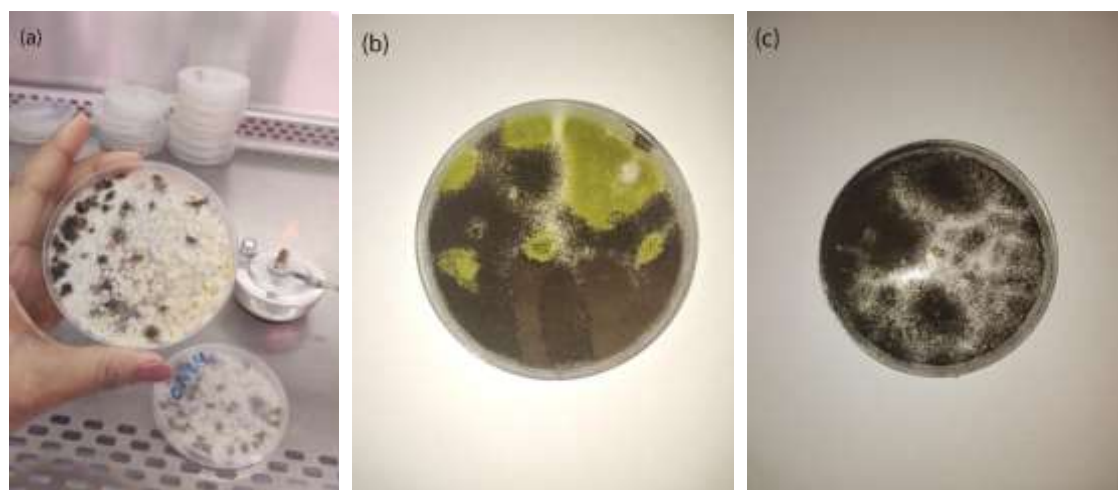


Figura 05. Etapa da repicagem (a): placa alta carga microbiana (b) e colônia isolada (c)

Os principais materiais utilizados na identificação microbiológica são lâminas de microscópio, lamínulas, corante azul de metileno e materiais esterilizados. A

identificação dos microrganismos foi realizada com auxílio de um microscópio ao nível de gênero, por meio de observação das estruturas morfológicas formadas e comparação com o padrão da literatura aplicada (Figura 06).

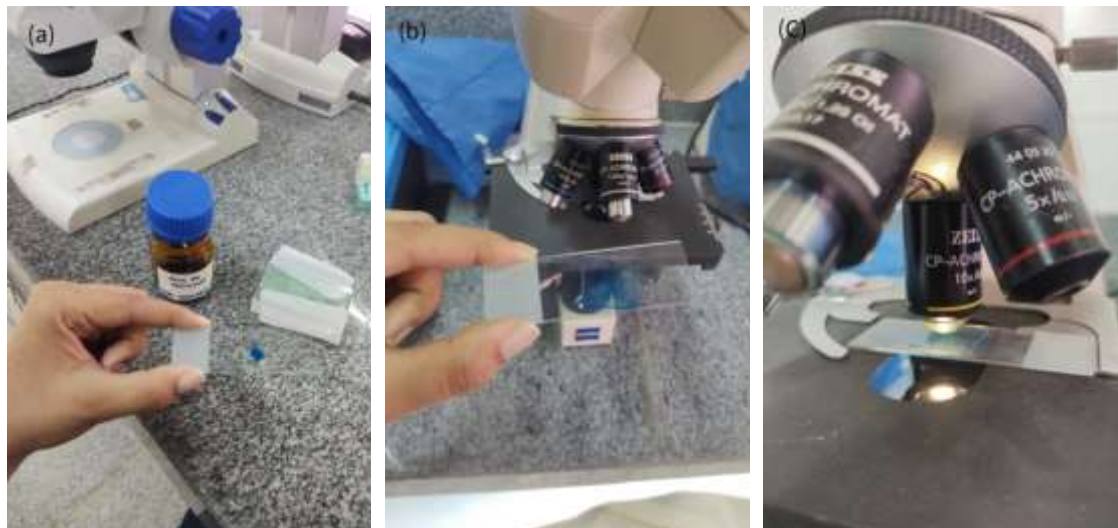


Figura 06. Procedimento de montagem das lâminas com estruturas dos microrganismos (a,b) e identificação dos microrganismos no microscópio (c)

Foi utilizado o índice de biodiversidade de Shannon Wiener (H') (Eq. 01) e o índice de diversidade de Simpson (D) (Eq. 02).

$$H' = \sum p_i \times \log p_i \quad \text{Eq. 01}$$

$$D = 1 / \sum \left(\frac{n(n-1)}{N(N-1)} \right) \quad \text{Eq. 02}$$

Em que, p_i refere-se à proporção de indivíduos de cada gênero relacionado ao total de indivíduos; n = número de indivíduos do gênero; N = número total de gêneros.

Os índices foram calculados individualmente para cada classe de vegetação e tempo transcorrido desde a última queimada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gêneros *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Trichoderma* sp. foram os mais recorrentes encontrados nas áreas analisadas. Na tabela 01, observa-se que o gênero *Aspergillus* foi encontrado em todas as áreas analisadas. Os micro-organismos deste gênero realizando reprodução assexuada e sendo caracterizado pela produção de fiálides e conídios em cadeia (Silva *et al.*, 2015). Os conidióforos são hifas especializadas de fácil dispersão (Abarca, 2000).

O gênero *Aspergillus* (Figura 07) é predominante de zona subtropical, com temperatura ótima entre 26 e 36°C e é caracterizado pela sua termotolerância, que permite sua sobrevivência em temperaturas acima da sua temperatura ótima (Klich, 2002; Poester *et al.*, 2015). Isto corrobora a recorrência e adaptação deste gênero as queimadas e, maior abundância no período mais recente de queimada analisado (três anos), no cerrado aberto e denso, como a espécie é termotolerante e resistente ela consegue prevalecer e perpetuar de forma mais acelerada que os outros gêneros, já que não possui tanta competitividade.

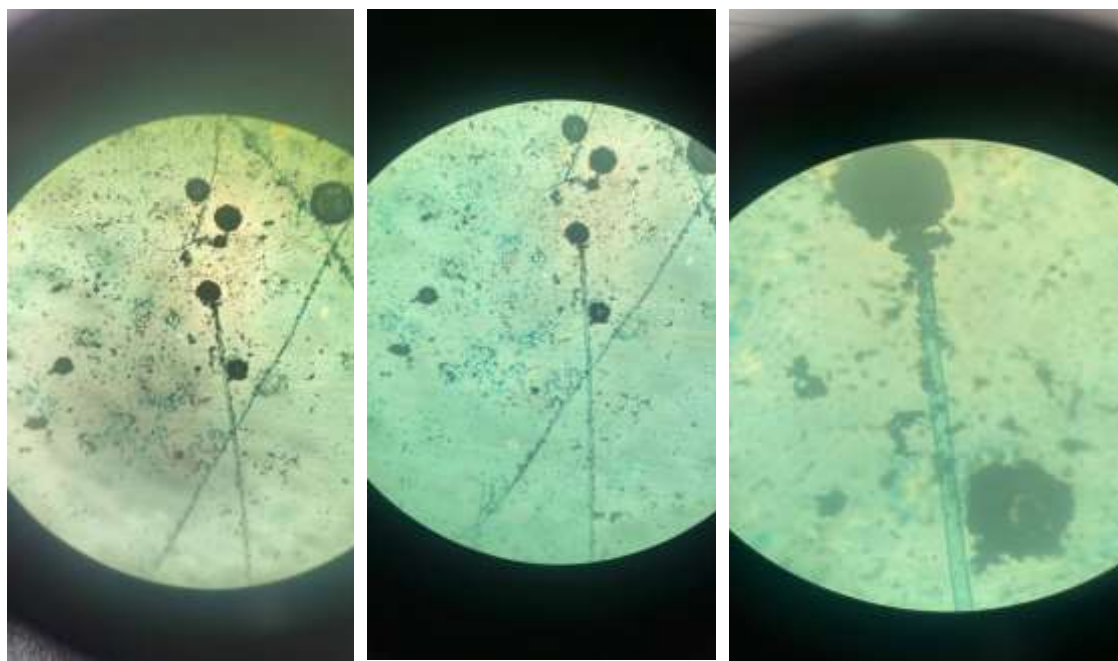


Figura 07. Fungo do gênero *Aspergillus* no microscópio

O segundo gênero mais recorrente na área é o *Penicillium* sp., identificado em seis das oito áreas analisadas. Sua ausência foi registrada apenas no intervalo mais recente de tempo transcorrido desde a última queimada, nas duas classes de vegetação, indicando

que o fogo eliminou temporariamente a espécie, e a sua recolonização na área ocorreu somente cerca de 5 anos depois, como observado na tabela 01.

O gênero *Penicillium* sp. pertence ao filo Ascomycota e compreende os fungos de fundamental importância para o meio ambiente, sendo estes de distribuição mundial e encontrados em diversas áreas e substratos (Oliveira *et al.*, 2024), o que fundamenta sua recorrência no cerrado maranhense. No entanto, são caracterizados como saprófitas e, por esse motivo, a sua maior frequência na matéria orgânica e na rizosfera, devido à concentração de exsudatos (Pitt; Hocking, 2009; Silva, 1997).

O gênero *Cladosporium* sp. abrange uma ampla variedade de fungos demáceos (possuem coloração escura), distribuídos globalmente e sendo um dos mais comuns transportados pelo ar (Menezes *et al.*, 2017). De acordo com Pitt e Hocking (2009), este gênero possui conídios adaptados à dispersão aérea e resistentes à luz solar, o que reafirma a sua constante presença no bioma cerrado, sendo identificado em cinco das oito áreas analisadas, como observado na tabela 01.

Tabela 01: Gêneros e a abundância dos fungos encontrados no solo do bioma Cerrado do Maranhão, nas classes de vegetação cerrado denso e aberto, e os anos transcorridos desde o último evento de queimadas

Classe de vegetação	Anos de queimadas	Gêneros	Abundância relativa
Cerrado Denso	3	<i>Aspergillus</i> sp.	0,63
		<i>Fusarium</i> sp.	0,37
	5	<i>Aspergillus</i> sp.	0,40
		<i>Cladosporium</i> sp.	0,30
		<i>Penicillium</i> sp.	0,20
		<i>Trichoderma</i> sp.	0,10
	8	<i>Aspergillus</i> sp.	0,46
		<i>Cladosporium</i> sp.	0,07
		<i>Fusarium</i> sp.	0,20
		<i>Penicillium</i> sp.	0,27
	>10	<i>Aspergillus</i> sp.	0,42
		<i>Cladosporium</i> sp.	0,16
<i>Fusarium</i> sp.		0,26	
<i>Penicillium</i> sp.		0,16	
Cerrado Aberto	3	<i>Aspergillus</i> sp.	0,56
		<i>Trichoderma</i> sp.	0,44
	5	<i>Aspergillus</i> sp.	0,36
		<i>Penicillium</i> sp.	0,18
		<i>Trichoderma</i> sp.	0,46
	8	<i>Aspergillus</i> sp.	0,35
		<i>Cladosporium</i> sp.	0,12
		<i>Penicillium</i> sp.	0,41
		<i>Trichoderma</i> sp.	0,12
	>10	<i>Aspergillus</i> sp.	0,35
		<i>Cladosporium</i> sp.	0,30
		<i>Fusarium</i> sp.	0,13
<i>Penicillium</i> sp.		0,22	

O gênero *Trichoderma* sp. desempenha uma função importante na agricultura, sendo amplamente utilizado como promotor do desenvolvimento vegetal. Esses

microrganismos estão presentes em praticamente todos os tipos de solo, especialmente aqueles ricos em matéria orgânica, onde atuam como saprófitas, sobrevivendo e colonizando tanto o solo quanto os resíduos orgânicos (Embrapa, 2019).

Na literatura científica, *Trichoderma* sp. é reconhecido como antagonista de diversos patógenos, incluindo espécies do gênero *Fusarium* sp., devido a seus mecanismos de controle biológico, como competição por espaço e nutrientes, e indução de resistência nas plantas (Louzada *et al.*, 2009; Embrapa, 2019; Sousa *et al.*, 2019; Melo, 1998).

Conforme observado na Tabela 01, nenhuma das áreas analisadas apresentou a presença simultânea dos gêneros *Trichoderma* sp. e *Fusarium* sp. Esse fato pode ser explicado pelos mecanismos de antagonismo exercidos pelo *Trichoderma* sp., que dificultam a sobrevivência e o desenvolvimento de patógenos como *Fusarium* sp. no mesmo ambiente (Embrapa, 2019). Junior *et al.* (2018) evidenciam que os isolados de *Trichoderma* sp. podem utilizar diferentes formas de antagonismo, como toxidez, competição, indução de resistência, antibiose e parasitismo (Embrapa, 2019). Quevedo *et al.* (2022) comprovaram que os isolados de *Trichoderma* sp. apresentam antagonismo no controle *in vitro* em espécie do gênero *Fusarium*.

O *Fusarium* sp. apresenta conídios septados e é caracterizado pela importância fitopatogênica, possuindo espécies que causam diversas doenças nas plantas, como murcha vascular e podridão da raiz, que resultam em perdas significativas da produtividade (Pitt; Hocking, 2009).

A diversidade microbiana do solo é essencial para a sua manutenção e está diretamente relacionada aos indicadores de qualidade do solo, com suas características químicas e físicas (Zilli *et al.*, 2003). A diversidade microbiológica, expressa pelo índice de biodiversidade de Shannon Wiener e pelo índice de diversidade de Simpson, respectivamente, está apresentada na tabela 2 e 3. Indicando que o índice de biodiversidade de Shannon Wiener e o índice de diversidade de Simpson na área do cerrado aberto, com mais de 10 anos sem ocorrência de incêndio, possuem uma maior diversidade microbiológica, com valores de H 0,63 e D 0,72. Os resultados demonstraram que o cerrado denso com 3 anos de queimada possui uma menor diversidade microbiológica, com valores de H 0,66 e D 0,47.

Em outras palavras, os índices afirmam que quanto mais recentes são os eventos de queimada, menores são a diversidade microbiológica do solo. Na literatura, a diversidade microbiana está associada a uma série de fatores abióticos e bióticos, como a temperatura, umidade, pH, fontes nutricionais, genética microbiana e a interação entre os organismos,

entre outros (Cardoso *et al.*, 1992). Corroborando com os resultados, de que os efeitos da queimada no solo afetam significativamente a diversidade microbológica do solo no cerrado brasileiro.

Tabela 02: Índice de biodiversidade de Shannon Wiener no Parque Nacional da Chapada das Mesas, em relação as classes de vegetação e os anos de queimadas

Classe de vegetação	Anos de queimadas	Índice de biodiversidade de Shannon Wiener (H')
Cerrado Denso	3	0,66
	5	1,28
	8	1,21
	>10	1,30
Cerrado Aberto	3	0,69
	5	1,04
	8	1,24
	>10	1,33

Tabela 03: Índice de diversidade de Simpson (D) no Parque Nacional da Chapada das Mesas, em relação as classes de vegetação e os anos de queimadas

Classe de vegetação	Anos de queimadas	Índice de diversidade de Simpson (D)
Cerrado Denso	3	0,47
	5	0,70
	8	0,67
	>10	0,70
Cerrado Aberto	3	0,49
	5	0,63
	8	0,68
	>10	0,72

De acordo com Sousa *et al.* (2019) a camada superficial do solo é extremamente afetada pelo aumento da temperatura, destruição da matéria orgânica, rápida perda da umidade, e eliminação dos microrganismos presentes no solo, durante a queimada. A abundância e atividade microbiana dos microrganismos são suscetíveis as variações sazonais como temperatura e umidade (Zilli *et al.* 2003). A ocorrência de incêndios e manejo inadequado do solo, reduz consideravelmente a diversidade das comunidades fúngicas da área (Klich, 2002).

O solo é um sistema biológico ativo, que hospeda uma grande variedade de seres vivos (Cardoso *et al.*, 1992). Todavia, comprovou-se que em áreas submetidas a eventos de queimadas, ocorreram mudanças climáticas, destruição da vegetal e animal, degradação do solo e redução da população microbiana (Gomes *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 1992).

CONCLUSÕES

Os gêneros de maior incidência encontrados no solo analisado foram *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. e *Trichoderma* sp. As queimadas na vegetação do Parque Nacional da Chapada das Mesas, especialmente no período mais recente examinado (3 anos), reduziram a diversidade microbológica do solo. Os índices de biodiversidade indicaram que o cerrado aberto com mais de 10 anos sem a ocorrência de incêndio apresenta maior diversidade microbológica. Portanto, os eventos de queimada afetam significativamente a diversidade microbológica do solo no bioma cerrado do Maranhão.

REFERÊNCIAS

Abarca, M. L. Taxonomía e identificación de especies implicadas en la aspergilosis nosocomial. *Revista Iberoamericana de Micología*. v.17, S79-S84. 2000.

Abdon, M. M.; Silva, J. S. V., Pott, V. J.; Pott, A.; Silva, M. P. Utilização de dados analógicos do Landsat-TM na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.33 (especial), 1799-1813. 1998.

Cardoso, E. J. B.; Tsai, S. M.; Neves, M. C. P. Microbiologia do solo. Campinas: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. 1992.

Ferraz, T.M.; Saraiva, R.V.C.; Leonel, L.V.; Reis, F.F.; Figueiredo, F.A.M.M.A.; Reis, F.D.O.; Sousa, J.R.P.; Muniz, F.H. Cerrado physiognomies in Chapada das Mesas National Park (Maranhão, Brazil) revealed by patterns of floristic similarity and relationships in a transition zone. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 92, n. 2, 2020.

Gomes, R. A. Lima, R. B.; Brasil, T.V. Impacto das queimadas na Amazônia com incidência de casos de problemas respiratórios na população. *Revista foco*. 2024. 17(12), e7057. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n12-004> Acesso em: 20 dez. 2024.

IBGE. Mapa de biomas do Brasil Escala 1:5.000.000. 2004. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm> Acesso em: 01 jan. 2025.

Junior, A. F. C.; Chagas, L. F. B.; Santos, G. R.; Martins, A. L. L.; Filho, M. R. C.; Miller, L. O. Ação de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. *Agri-environmental sciences*. 2018. v. 4, n. 2, p. 9-15. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v4i2.420>

Klich, M. A. Biogeography of Aspergillus species in soil and litter. *Mycologia*. New York, v. 94, n. 1, p. 21-27, 2002.

Lima, L.P.; Tchaicka, L; Avelar, J.J.C; Cunha, A.N.C. Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2007. 18p.

Louzada, G. A. S.; Carvalho, D. D. C.; Mello, S. C. M.; Júnior, M. L.; Martins, I.; Braúna, L. M. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani* Biota Neotrópica. Campinas. v. 9, n. 3, p. 145-149, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000300014> Acesso: 27 dez. 2024.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 31 de 08 de junho de 1982 – Capítulo IV. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. n. 126 de 14 de junho de 1982.

Masullo, Y. A. G.; Gurgel, H. C.; Laques, A. E. O Passado e o Presente das Unidades de Conservação do Maranhão, Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 19, p. 250–268, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG196618>

Melo, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). *Controle Biológico*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 1998. v. 1. p. 17-67.

Menezes, C. P. Cladosporium spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas. Acta Bras [Internet]. 2017. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/6/3> Acesso em: 20 dez. 2024.

Oliveira, P. H. F. Franco, R. F. F.; Nogueira, P. S.; Momoli, R.S.; Motta, C. M. S.; Bezerra, J. D. P. B. Mapa do tesouro: riqueza de espécies de *Penicillium* na caverna Lapa do Boqueirão do cerrado goiano. *Revista Brasileira de Espeleologia*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.37002/rbsp.v1i13.2602>

Pitt, J. I.; Hocking, A. D. Fungi and food spoilage. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2> Acesso: 14 dez. 2024.

Pivello, V.R. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and Present. *Fire Ecology*, v. 7, n. 1, p. 24-39, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4996/fireecology.0701024>

Poester, V. R. et al. Isolamento e identificação de fungos do gênero *Aspergillus* spp. de água utilizada na reabilitação de Pinguins-Demagalhães. *Cienc. Anim. Bras.* 2015; 16(4): 567-73.

Quevedo, A. C.; Muniz, M. F. B.; Savian, L. G.; Sarzi, J. S.; Saldanha, M. A. Ação antagonista in vitro de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum*. *Ciência Florestal*. 2022. v. 32, n. 4, p. 2288-2303, 2022.

Redin, M. et al. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381-392, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050983243>

Santos, D.; Bahia, V. G.; Teixeira, W. G. Queimadas e erosão do solo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 62-68, 1992. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313209909_Queimadas_e_Erosao_do_Solo. Acesso em: 15 dez. 2024.

Silva, A.C. Isolamento de fungos endofíticos de milho (*Zea mays*). Piracicaba, 1997.

Silva, M.L.A.; Araujo, M.F.V.; Conceição, G.M. Síntese histórica e socioambiental do Parque Nacional da Chapada das Mesas (MA). *Revista Brasileira de Ecoturismo*. 2019. v. 12, n. 2, p. 170-188.

Silva, F. C. et al. Taxonomia polifásica para identificação de *Aspergillus* seção *flavi*: uma revisão. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*. 2015. v. 1, n. 1, p. 18-40.

Simon, M. F. et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 48, p. 20359-20364, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0903410106>

Sousa, R.; Leão, E.; Veloso, R.; Giongo, M.; Santos, G. Impacto da queima de vegetação do Cerrado sobre fungos habitantes do solo. *Ciência Florestal*. 2019. v. 29, n. 2, p. 965-974. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822614>.

Wollum, A.G. Cultural methods for soil microorganisms. In: Page, A.L.; Miller, R.H. & Keeney, D.R. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: *Soil Science Society of America*. p.781-802, 1982.

Zilli, J. E. et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. 2003. Brasília, v. 20, n. 3, p. 391-411.