

Avaliação da incidência de fungos endofíticos em (*Rhizophora* spp.) e (*Avicennia* spp.) de manguezais da Reserva Extrativista Marinha de Soure-PA

Evaluation of the incidence of endophytic fungi in (*Rhizophora* spp.) and (*Avicennia* spp.) of mangroves in the Marine Extractive Reserve of Soure-PA

Evaluación de la incidencia de hongos endófitos en (*Rhizophora* spp.) y (*Avicennia* spp.) de manglares en la Reserva de Extracción Marina de Soure-PA

Recebido: 26/08/2023 | Revisado: 09/09/2023 | Aceitado: 11/09/2023 | Publicado: 13/09/2023

Brenda Silva Craveiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8914-140X>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: craveirobrenda@gmail.com

Adriano Biancalana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4055-8634>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: biancalana@ufpa.br

Ramilys Carvalho de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6683-5957>
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
E-mail: rcarvalhops@gmail.com

Thiago Costa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5095-0022>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: thiago.silva@soure.ufpa.br

Walliane Nunes da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8297-4625>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: walliane.silva@soure.ufpa.br

Emilly Cristiny de Melo Assunção

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1261-0918>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: Emilly.assuncao@soure.ufpa.br

Fernanda Simas Corrêa Biancalana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7221-3222>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: fbiancalana@ufpa.br

Resumo

As plantas hospedam grande diversidade de vida, dentre estas, estão incluídos os fungos endofíticos, os quais ainda não há relatos na literatura sobre a sua ocorrência na Ilha de Marajó, bem como, interações estabelecidas entre endófito e hospedeiro ainda não são totalmente conhecidas. Por esse motivo, o propósito deste trabalho foi realizar um levantamento da comunidade endofítica que coloniza os tecidos vegetais de árvores de *Avicennia* sp. (mangue-preto) e *Rhizophora* sp. (mangue-vermelho) presentes na Resexmar de Soure-PA. Para o isolamento destes fungos, foram realizadas coletas no período de estiagem e no período chuvoso; folhas sadias foram coletadas e direcionadas para desinfecção em laboratório. As amostras foram lavadas em água corrente e detergente neutro, posteriormente inseridas em álcool 70%, seguido de hipoclorito de sódio 2,5%, novamente em álcool 70%, e por fim em água destilada, todas as imersões duraram 1 minuto. Após o procedimento, o material foi direcionado até a cabine de biossegurança para o isolamento em meio de cultura BDA e armazenadas em temperatura ambiente durante sete dias. Posteriormente, as colônias fúngicas foram identificadas a nível de gênero através da análise macroscópica das placas e microscópica das lâminas. A partir da análise foram observadas 242 colônias fúngicas e identificados 10 gêneros endofíticos: *Alternaria* sp; *Aspergillus* sp; *Colletotrichum* sp, *Curvularia*; *Fusarium* sp; *Geotrichum* sp; *Penicillium* sp; *Purpureocillium* sp, *Rhizopus* sp e *Trichoderma* sp. Diante disso, foi constatada a presença de fungos endofíticos habitando plantas de manguezais da Resexmar Soure, os quais estão amplamente relatados como endofíticos em diversos trabalhos pelo Brasil.

Palavras-chave: Endofíticos; Manguezais; Resexmar.

Abstract

Plants host a great diversity of life, among which are included endophytic fungi, which there are still no reports in the literature about their occurrence on Marajó Island, as well as established interactions between endophyte and host are not yet fully known. For this reason, the purpose of this work was to carry out a survey of the endophytic community that colonizes the plant tissues of *Avicennia* sp. (black mangrove) and *Rhizophora* sp. (red mangrove) present at Resexmar de Soure-PA. For the isolation of these fungi, collections were carried out in the dry season and in the rainy season; healthy leaves were collected and directed to laboratory disinfection. The samples were washed in running water and neutral detergent, subsequently inserted in 70% alcohol, followed by 2.5% sodium hypochlorite, again in 70% alcohol, and finally in distilled water, all immersions lasted 1 minute. After the procedure, the material was directed to the biosafety cabin for isolation in PDA culture medium and stored at room temperature for seven days. Subsequently, the fungal colonies were identified at the genus level through macroscopic analysis of the plates and microscopic analysis of the slides. From the analysis, 242 fungal colonies were observed and 10 endophytic genera were identified: *Alternaria* sp; *Aspergillus* sp; *Colletotrichum* sp; *Curvularia*; *Fusarium* sp; *Geotrichum* sp; *Penicillium* sp; *Purpureocillium* sp, *Rhizopus* sp and *Trichoderma* sp. In view of this, the presence of endophytic fungi inhabiting mangrove plants at Resexmar Soure was verified, which are widely reported as endophytic in several studies in Brazil.

Keywords: Endophytes; Mangroves; Resexmar.

Resumen

Las plantas albergan una gran diversidad de vida, entre las que se incluyen hongos endófitos, de los cuales no existen reportes en la literatura sobre su ocurrencia en la isla de Marajó, así como la plenitud de las interacciones establecidas entre endófito y huésped. Por tal motivo, el propósito de este trabajo fue realizar un estudio de la comunidad endofítica que coloniza los tejidos vegetales de *Avicennia* sp. (mangle negro) y *Rhizophora* sp. (mangle rojo) presente en Resexmar de Soure-PA. Para el aislamiento de estos hongos se realizaron colectas durante la temporada seca y lluviosa, conocida como invierno amazónico; las hojas sanas fueron recolectadas y llevadas a un laboratorio de desinfección. Las muestras fueron lavadas con agua corriente y detergente neutro, luego se introdujeron en alcohol al 70%, seguido de hipoclorito de sodio al 2,5%, luego nuevamente en alcohol al 70% y finalmente en agua destilada estéril, todas las inmersiones duraron 1 minuto. Luego del procedimiento, el material fue enviado a la cabina de bioseguridad para su aislamiento en medio de cultivo PDA y almacenado a temperatura ambiente durante siete días. Posteriormente, las colonias de hongos fueron identificadas a nivel de género mediante análisis macroscópico de las placas y análisis microscópico de los portaobjetos. Del análisis se observaron 242 colonias y de estas se pudieron identificar 10 géneros de hongos endófitos: *Alternaria* sp; *Aspergilo* sp; *Colletotrichum* sp; *Curvularia* sp; *Fusarium* sp; *Geotrichum* sp; *Penicillium* sp; *Purpureocillium* sp, *Rhizopus* sp y *Trichoderma* sp. Ante esto, se verificó la presencia de hongos endófitos que habitan en las plantas de manglar de Resexmar Soure, los cuales son ampliamente reportados como endófitos en varios estudios en Brasil.

Palabras clave: Endófito; Manglares; Resexmar.

1. Introdução

São denominados como fungos endofíticos os microrganismos que vivem no interior de tecidos vegetais estabelecendo uma relação de simbiose com a planta hospedeira, sem haver prejuízos entre os organismos envolvidos (Moraes, 2020). Todavia, dependendo do fator ambiental, esses microrganismos podem se tornar potencialmente patogênicos em estado latente (Fontenele *et al.*, 2022; Roldão, 2001).

De acordo com Do Amaral *et al.*, (2023) por meio da relação simbiótica estabelecida, os fungos endófitos recebem nutrientes da planta, enquanto favorecem o aumento da resistência ao estresse ambiental, oferecendo proteção contra patógenos, herbívoros e insetos. Esta proteção se deve aos metabólitos secundários produzidos pelos fungos, que muitas vezes são semelhantes aos que a planta produz, sendo assim, capazes de exercer tal função (Maia *et al.*, 2020; Do Amaral *et al.*, 2023).

Os fungos endofíticos já foram encontrados em diferentes espécies de plantas, dentre estas, as plantas pertencentes às áreas de manguezais, conforme descrito no trabalho de Florentino *et al.*, (2017). Os manguezais são ecossistemas que abrigam grande diversidade de vida, sendo importantes para o equilíbrio ecológico, social, cultural e econômico. Por outro lado, é um ambiente altamente impactado que desafia os organismos que ali vivem, dessa forma, os fungos endófitos que colonizam as vegetações de manguezais são capazes de tolerar alterações antrópicas e ambientais como salinidade, mudanças constantes no nível do mar e variações de temperatura (Da Silva *et al.*, 2022).

As áreas de manguezais do Município de Soure-PA são protegidas pela Reserva Extrativista Marinha de Soure, estes trechos fazem parte da maior extensão contínua de manguezais do mundo, que vai do Estado do Amapá ao Maranhão (FAO, 2007). Conforme o Plano de Manejo da Resexmar Soure, esta Unidade de Conservação (UC) ajuda a manter espécies vegetais de grande importância como o mangue-vermelho (*Rhizophora* spp.) e o mangue-preto (*Avicennia* spp.), os quais foram utilizados nesta pesquisa.

Portanto, devido a importância socioambiental dos manguezais, associados à diversidade endofítica pouco conhecida neste local, o intuito deste trabalho foi realizar a identificação de fungos endofíticos isolados de árvores de *Rhizophora* spp. e *Avicennia* spp. em duas áreas de manguezais pertencentes à Resexmar Soure. Além disso, foi verificado qual o gênero mais frequente e assim, realizadas comparações de incidência entre os diferentes períodos do ano.

2. Metodologia

2.1 Região de estudo e coleta das amostras

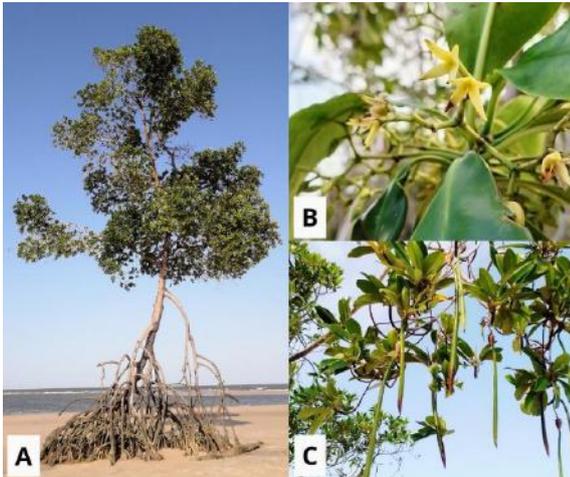
O estudo foi realizado no município de Soure, Ilha de Marajó-Pará, em duas áreas de manguezais localizadas dentro da Resexmar de Soure, a praia da Barra Velha e a Praia do Pesqueiro. Foram selecionadas três árvores de *Rhizophora* spp. (mangue vermelho) e três árvores de *Avicennia* spp. (mangue preto) dentro das duas áreas pré estabelecidas, a distância mínima entre as árvores foi de 30 m.

A coleta foi dividida em dois momentos, a primeira realizada no período chuvoso e a segunda no período seco, totalizando 120 amostras de folhas visivelmente saudáveis, estas, foram retiradas com a utilização de luvas descartáveis e após esse processo, foram armazenadas em papel alumínio, para o deslocamento até o laboratório de Microbiologia e Parasitologia da Faculdade de Ciências Biológicas, pertencente ao Campus de Soure.

2.2 Identificação da vegetação amostrada

Os vegetais utilizados nesta pesquisa foram identificados a partir da observação das características de cada mangue (folhas, raízes, propágulos, coloração do caule e distribuição no manguezal), conforme descritas no Atlas dos Manguezais do Brasil e no estudo de Costa (2003). As figuras a seguir representam a morfologia das árvores de mangue, as quais foram coletadas as amostras de folhas para a condução da pesquisa:

Figura 1 - Morfologia de *Rhizophora* sp. A) Vegetal adulto; B) Folhas e flores; C) Propágulos.



Fonte: Autores (2023).

Figura 2 - Morfologia de *Avicennia* sp. A) Vegetal adulto; B) Propágulo; C) Folhas.



Fonte: Autores (2023).

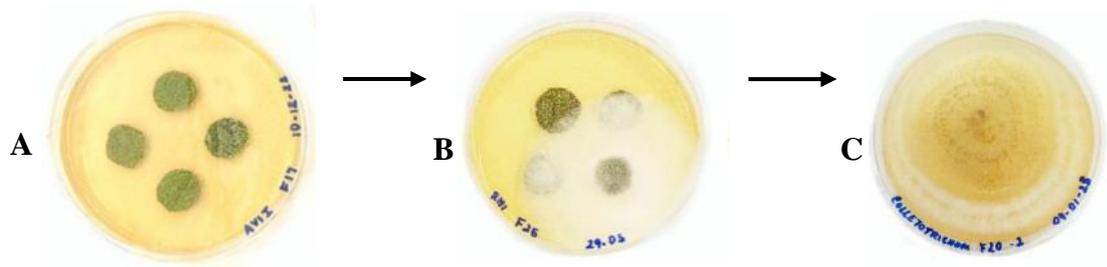
A Figura 1-A) Apresenta a árvore de *Rhizophora* sp. conhecida como mangue-vermelho, neste caso, presente na região da praia. Em 1-B) É possível observar as inflorescências branco-amareladas, próximas as folhas desta vegetação. Ainda em 1-C) Observa-se propágulos alongados popularmente conhecidos como canetas do mar, os quais são as estruturas reprodutivas destas plantas, estas, são lançadas ao solo para germinar. Já a Figura 2-A) Representa o mangue-preto com raízes entrelaçadas. Em 1-B) Apresenta o propágulo, estrutura reprodutiva de formato oval-achatada, que germina ao cair no solo. Em 1-C) É possível observar uma folha de mangue-preto de coloração verde-clara.

2.3 Esterilização do material e Isolamento dos fungos endofíticos

Em laboratório, as folhas foram lavadas em água corrente e detergente neutro, em seguida, foram inseridas em papel filtro para reduzir o excesso de água. Após a secagem, o material passou por um processo de lavagem por imersão segundo a metodologia de Araújo *et al.*, (2002), com modificações. Primeiramente, as amostras foram emergidas em álcool 70%, seguido de hipoclorito 2,5%, novamente em álcool 70% e por último foram mergulhadas em água destilada estéril. Todas as imersões duraram 1 minuto e por fim, as folhas retornaram ao papel filtro.

Posteriormente, o material foi devidamente higienizado e levado para a cabine de segurança biológica, onde se iniciou o processo de isolamento. Para isso, foram utilizadas pinças e tesouras esterilizadas para cortar pequenos fragmentos do limbo foliar, que foram semeadas em placas de petri contendo meio de cultura (BDA) Ágar Batata Dextrose, sendo quatro fragmentos por placa (2x2). As placas permaneceram em temperatura ambiente durante 7 dias, ao decorrer do tempo foi observado o crescimento fúngico.

Figura 3 - A) Fragmentos foliares semeados; **B)** Crescimento fúngico; **C)** Crescimento fúngico isolado.

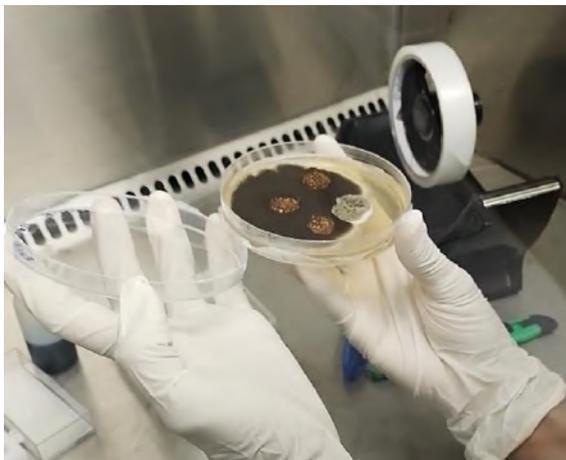


Fonte: Autores (2023).

2.4 Identificação dos fungos endofíticos

Após 7 dias de crescimento fúngico, iniciou-se o processo de identificação para o qual foram produzidas lâminas utilizando fita adesiva transparente, desse modo, foi possível coletar o material do meio de cultura e fixá-lo entre lâmina e lamínula, em seguida, corado com Lactofenol azul de algodão. Depois deste procedimento, foi possível visualizar as lâminas no microscópio óptico de luz, com lentes de 10x e 40x, com a câmera do microscópio as estruturas reprodutivas foram fotografadas. As identificações foram realizadas a nível de gênero por meio da observação das colônias fúngicas, na microscopia e no livro “Descriptions of Medical Fungi” de Kidd *et al.*, (2016).

Figura 4 - Abertura do material para o preparo de lâminas.



Fonte: Autores (2023).

Figura 5 - Análise das lâminas em Microscópio óptico de luz.

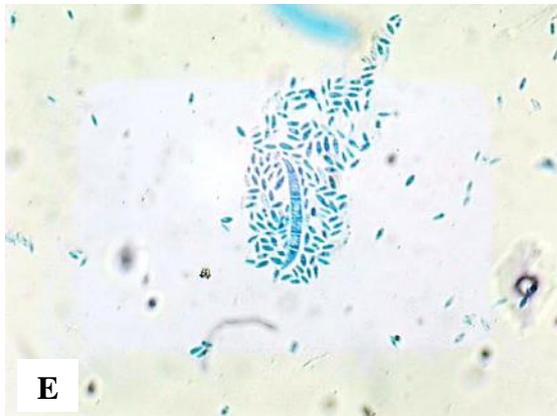
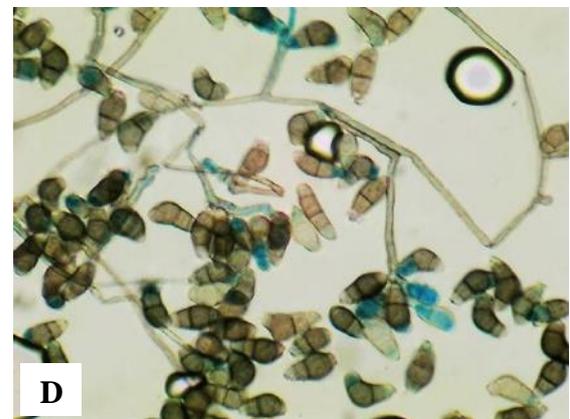
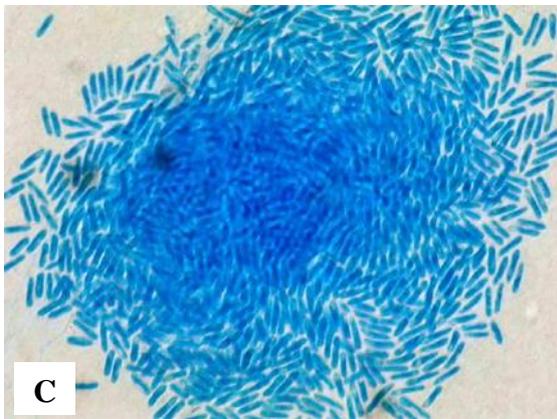
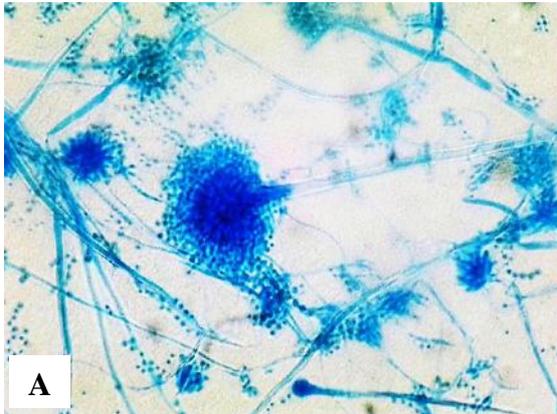


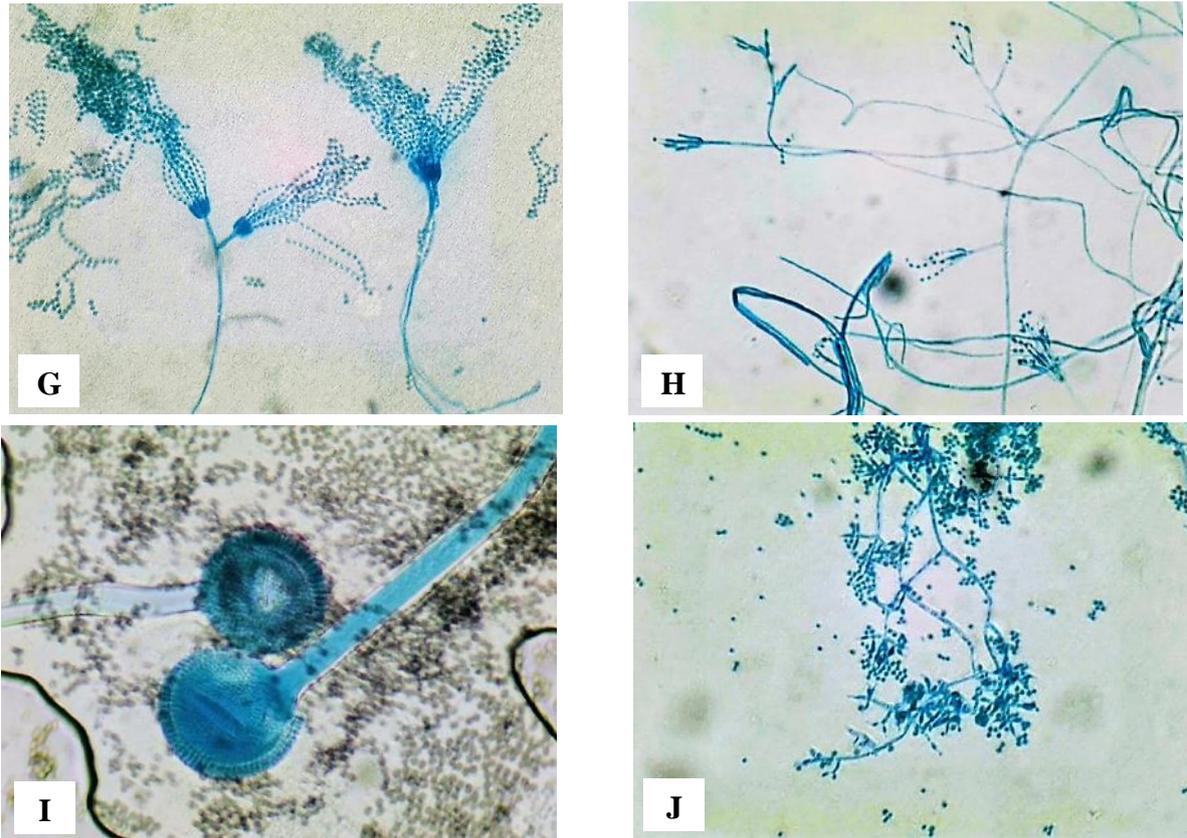
Fonte: ISP Saúde (2018). Modificado.

3. Resultados e Discussão

A partir das análises das amostras coletadas no período seco e chuvoso, foi constatada a presença de fungos endofíticos colonizando tecidos vegetais de folhas de mangue-preto (*Avicennia* sp.) e mangue-vermelho (*Rhizophora* sp.). Desse modo, de 120 amostras coletadas durante os diferentes períodos do ano, foi possível observar 242 colônias referentes a 10 gêneros de fungos endofíticos, sendo: *Aspergillus* sp., *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Penicillium* sp., *Purpureocillium* sp., *Rhizopus* sp., e *Trichoderma* sp., conforme mostra a Figura 6. Houve ainda crescimento de algumas leveduras e fungos filamentosos que não foram identificados pois não apresentaram estruturas reprodutivas. A seguir, a Figura 6 apresenta as estruturas reprodutivas dos fungos:

Figura 6 - Micrografias, 40x. **A)** *Aspergillus* sp., **B)** *Alternaria* sp., **C)** *Colletotrichum* sp., **D)** *Curvularia* sp., **E)** *Fusarium* sp., **F)** *Geotrichum* sp., **G)** *Penicillium* sp., **H)** *Purpureocillium* sp., **I)** *Rhizopus* sp., e **J)** *Trichoderma* sp.



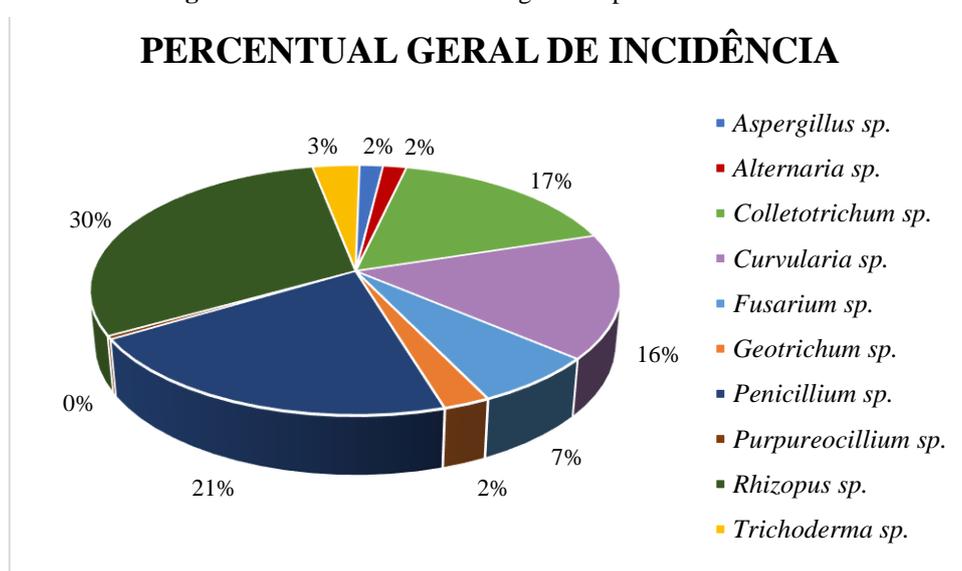


Fonte: Autores (2023).

3.1 Incidência Geral de Fungos Endofíticos

No que se refere a incidência geral de colônias por gêneros, a distribuição foi a seguinte: *Aspergillus* sp., com 4 colônias; *Alternaria* sp., também com 4; *Colletotrichum* sp., com 40; *Curvularia* sp., 39; *Fusarium* sp., 16; *Geotrichum* sp., 6; *Penicillium* sp., 51; *Purpureocillium* sp., 1; *Rhizopus* sp., com 73 e *Trichoderma* sp., com 8 colônias. O gráfico abaixo representa estes resultados em forma de porcentagem (Figura 7).

Figura 7 - Gráfico da incidência geral do período seco e chuvoso.



Fonte: Autores (2023).

O gráfico acima separa os gêneros fúngicos identificados nesta pesquisa por meio de cores, no qual, cada cor representa um gênero fúngico diferente. Ao redor do gráfico, na parte mais externa, estão destacadas o percentual de cada um.

O gênero *Rhizopus* foi o que mais se destacou entre todos os outros identificados, com 30% de ocorrência quando somado ao resultado dos dois períodos. De acordo com Santos e Oliveira (2022), este gênero é descrito em alguns trabalhos como saprófito, sendo comum a diversos ambientes, como no ar, no solo e também é encontrado com frequência em órgãos vegetais de variadas plantas, as quais provocam doenças como a “Podridão de *Rhizopus*”, por esse motivo é considerado um dos mais perigosos patógenos dentre todos os outros.

Apesar do seu grande risco de patogenicidade, *Rhizopus* sp. foi encontrado nas folhas de *Rhizophora* spp. e *Avicennia* spp. sem apresentar resquícios de doenças, por esse motivo foi identificado como endofítico, uma vez que, para ser considerado assim é necessário que a amostra ambiental esteja sadia. Desse modo, é possível que este fungo esteja em sua forma latente, podendo ou não causar prejuízos em determinado momento do seu ciclo de vida, que depende diretamente do fator ambiental e do estado do hospedeiro (Fontenele *et al.*, 2022). A presença de *Rhizopus* sp. também foi notada nas mesmas condições em um trabalho sobre “Fungos Endofíticos” de Florentino *et al.*, (2017), o que condiz com a presente pesquisa.

Segundo Cadamuro *et al.*, (2021) as espécies endofíticas possivelmente evoluíram de ancestrais fitopatogênicos, sendo assim, a interação simbiótica do endofítico com o hospedeiro pode variar entre parasitismo e mutualismo. Este tipo de interação depende principalmente da espécie do fungo, do modo de infecção e do estado ambiental em que são encontrados esses microrganismos.

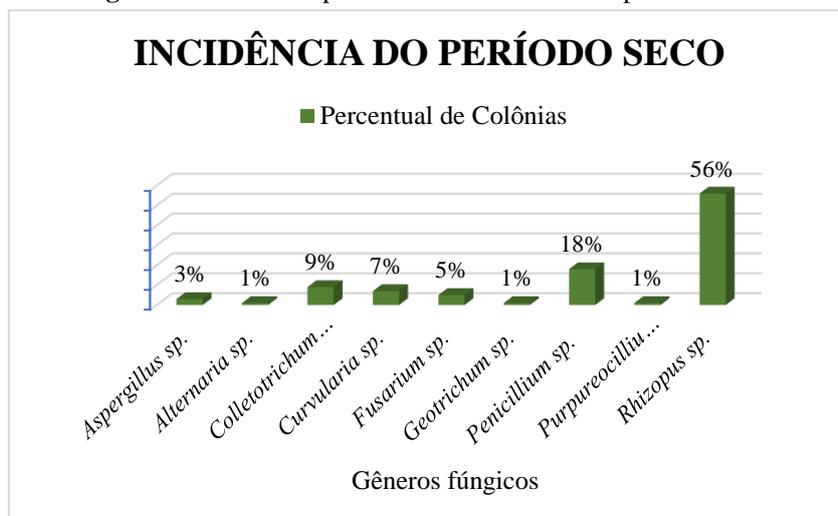
O segundo gênero mais frequente foi *Penicillium* sp. com 21% de incidência, o qual é frequentemente relatado na literatura como endofítico, como é o caso da pesquisa de Freire *et al.*, (2016) que relata a presença deste fungo. Segundo Barbosa *et al.*, (2020), gêneros de *Penicillium* isolados de plantas como *Limonium tubiflorum* e *Polygonum cuspidatum* são capazes de produzir compostos bioativos que desempenham atividades antibióticas, anti-trypanossoma e podem ainda atuar na inibição de células tumorais humanas.

O autor Pamphile *et al.*, (2017) explica que o fungo *Colletotrichum* sp. é importante para a economia, pois é responsável por acometer cultivos com doenças como a Antracnose, no entanto, quando este microrganismo é encontrado em sua forma endofítica, não provoca infecções aos vegetais, pelo contrário, torna-se capaz de produzir substâncias com grande valor biotecnológico. *Colletotrichum* sp. apontou 17% de ocorrência ficando em terceiro lugar em relação à incidência geral, fungos deste gênero também já foram isolados de diferentes espécies de manguezais do litoral do Estado de São Paulo, conforme demonstra o artigo de Sebastianes *et al.*, (2013), onde obtiveram (19,19%) de abundância.

3.2 Resultados do Período Seco

Com relação ao período seco, *Rhizopus* sp. representou 56% do total de incidência do período seco, conforme apresenta a Figura 8. Este fungo cresce rapidamente em condições de temperatura ideal. O estudo de Contreras *et al.*, (2020) mostra que o crescimento de *Rhizopus* sp. foi testado em diferentes temperaturas e conseguiu atingir a sua taxa máxima de crescimento em quando foi exposto a temperaturas mais baixas, isto é, não teve sucesso de crescimento em temperaturas mais altas. A autora destaca ainda que este fungo consegue se habituar a diferentes condições ambientais, o que explica a boa adaptação deste gênero às condições de clima quente e úmido característico da região de realização da presente pesquisa. A figura abaixo apresenta a incidência de fungos endofíticos durante o período seco:

Figura 8 - Gráfico de percentual de incidência do período seco.



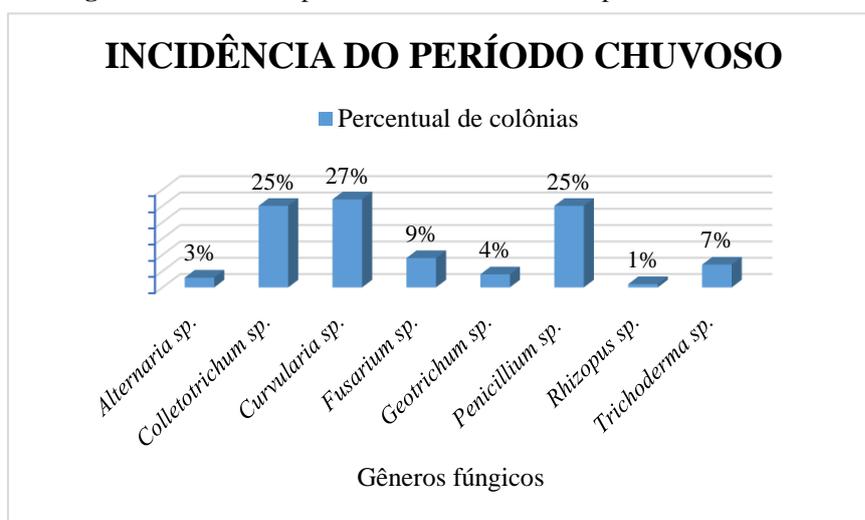
Fonte: Autores (2023).

3.3 Resultados do Período Chuvoso

No que diz respeito ao período chuvoso *Colletotrichum* sp., *Penicillium* sp. e *Curvularia* sp. obtiveram resultados parecidos, contudo, este último se sobressaiu com 27% de ocorrência (Figura 9). Fungos deste gênero são isolados constantemente de várias espécies de plantas e foram identificados em diferentes formas, como patogênicas, saprófitas e endofíticas (De Souza *et al.*, 2020). Assim como nesta pesquisa, *Curvularia* sp. também foi encontrado em sua forma endofítica no trabalho de Schultz, Auer e Dos Santos (2014), onde, exemplares deste gênero foram encontrados em sementes de *Pinus taeda*.

Em um estudo realizado por Barbosa *et al.*, (2020), do mesmo laboratório de desenvolvimento desta pesquisa, mostrou que o gênero *Curvularia* sp. que apresentava características de fungo demáceo, ocorreu nos dois períodos do ano, estando em maior quantidade na época de estiagem, esse resultado é diferente do que foi observado no presente trabalho, no qual, houve maior concentração de colônias de *Curvularia* sp. na época chuvosa. (Figura 9).

Figura 9 - Gráfico de percentual de incidência do período chuvoso.



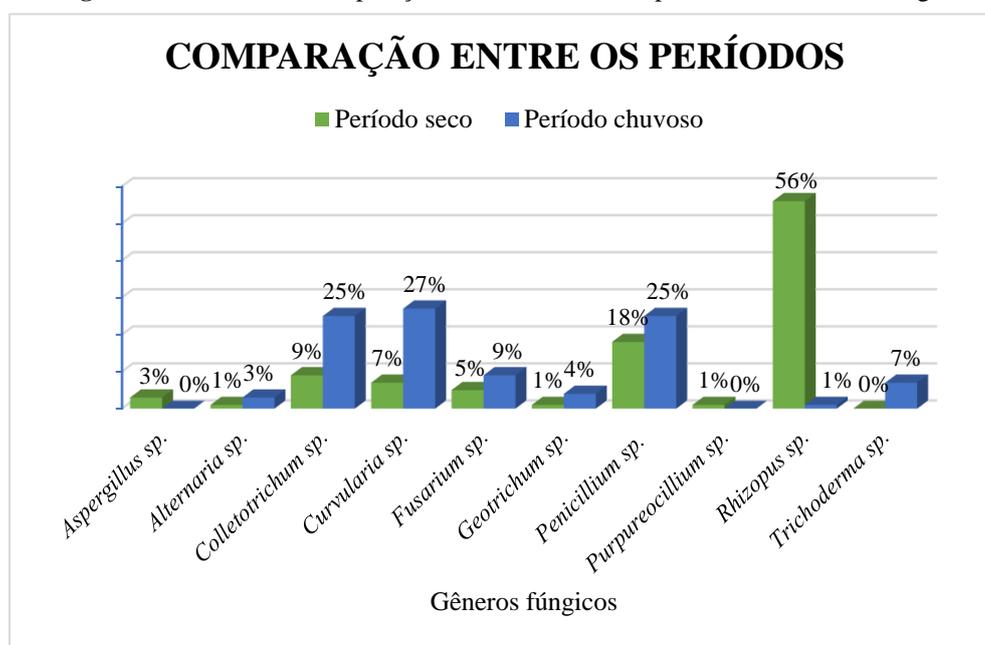
Fonte: Autores (2023).

3.4 Comparação entre os Períodos Seco e Chuvoso

Os dados do gráfico abaixo (Figura 10) representam a comparação de incidência entre os dois períodos estudados, no qual o gênero mais incidente no período seco foi *Rhizopus* com 56%, mas quando esse resultado é comparado à estação chuvosa, apresenta uma queda brusca, apontando somente 1% de ocorrência neste período. Resultados como este sugerem que isso se deve ao fato de que este fungo possui um comportamento mais sazonal, sendo mais comum de ser encontrado no período mais quente do ano. Durante todo o período chuvoso só foi observada uma colônia de *Rhizopus* sp.

A maioria dos fungos são comuns aos dois períodos, mesmo que alguns não tenham sido tão frequentes em determinada época do ano. Os únicos fungos que não foram comuns aos dois períodos foram *Aspergillus* sp. e *Purpureocillium* sp., do período de estiagem, seguido de *Trichoderma* sp. isolado somente no período chuvoso. Fungos endofíticos como estes também foram isolados de plantas de manguezais, conforme descrito no trabalho de Paula (2019), onde apresentam capacidade de secreção de vários tipos de enzimas comercialmente importantes. A imagem abaixo apresenta o percentual de fungos endofíticos em dois períodos do ano:

Figura 10 - Gráfico da comparação de incidência entre períodos chuvoso e estiagem.



Fonte: Autores (2023).

A cor verde do gráfico representa o período seco, de estiagem, enquanto a cor azul representa o período chuvoso, dessa forma é possível diferenciar os períodos destacados.

Dentre as variações observadas durante os períodos do ano, também foi notada uma diferença relacionada à quantidade de colônias, no qual, quem se destacou foi a época mais seca do ano, com 129 colônias fúngicas, diferindo em 16 colônias quando comparada ao período chuvoso. Tal diferença também foi notada na pesquisa de Farias *et al.*, (2019) no qual apresentou a maior quantidade de colônias no verão, este artigo sugere ainda que esse fato ocorre devido a resistência que os fungos possuem a temperaturas mais altas e ambientes mais úmidos, característica que prevalece na região de estudo. A tabela abaixo apresenta estes resultados:

Tabela 1 - Variação dos gêneros de fungos identificados nos dois períodos do ano.

	Período seco	Período chuvoso
Nº de Gêneros Identificados	09	08
Nº de colônias	129	113

Fonte: Autores (2023).

Na tabela acima, é importante observar que há diferença entre os resultados dos dois períodos, onde o período com maior quantidade de colônias resulta em maior número de gêneros encontrados também. Neste caso, quem apresentou a maior quantidade de fungos identificados foi o período seco.

Todas as 60 amostras do período seco apresentaram crescimento positivo após uma semana de cultivo, entretanto, das 60 amostras do período chuvoso, 06 resultaram em crescimento negativo após esse período, o que consequentemente influenciou na menor quantidade de colônias. Dessa forma, é possível observar que estes fungos se adaptam melhor e possuem maior resistência a períodos de estiagem das chuvas, assim como a ambientes quentes e úmidos.

Não houve diferença considerável em relação à ocorrência desses gêneros nos mangues estudados, visto que foram isolados tanto de mangue-preto (*Avicennia* sp.) quanto de mangue-vermelho (*Rhizophora* sp.), com exceção de um fungo do gênero *Purpureocillium* sp. que só foi isolado em árvores de *Avicennia* spp. no período de estiagem.

Todos os gêneros fúngicos encontrados nesta pesquisa foram considerados como endofíticos pois resistiram à desinfecção das folhas e também por não apresentarem doenças nas amostras coletadas. Além disso, todos estão descritos na literatura como endofíticos de manguezais, trabalhos como de Bastos (2022) realizados nos manguezais de Florianópolis-SC; Maia (2019) em manguezais do Ceará; assim como no artigo de Florentino *et al.*, (2017) que analisou a microbiota global de fungos endofíticos de manguezais; e por fim, o trabalho de Pinto (2019) em manguezais da Bahia.

A realização de estudos como este é essencial, pois a interação entre endofítico e hospedeiro ainda é pouco conhecida e discutida. Por meio desta relação, estes microrganismos produzem substâncias com grande valor biotecnológico para serem aplicados em diversos segmentos industriais, bem como na utilização para o controle biológico de pragas na agricultura.

4. Considerações Finais

A partir da identificação realizada, foi possível observar que a comunidade fúngica endofítica associada às plantas de manguezais de Soure, na Ilha de Marajó, é composta por pelo menos 10 gêneros diferentes, os quais já foram relatados na literatura como endofíticos de áreas de manguezais de várias regiões do Brasil.

Diante disso, estima-se que há uma gama de recursos naturais ainda inexplorados em plantas de manguezais da Resexmar Soure, as quais devem ser conservadas para possibilitar a realização de novos estudos. Portanto, a realização deste trabalho pode abrir novas possibilidades de pesquisas dentro desta unidade de conservação, como: Análises dos compostos que estes fungos produzem, a fim de aplicar como controle biológico. Sugere-se ainda a replicação deste trabalho para observar se há diferença na composição destes gêneros dentro deste ecossistema.

Referências

- Araújo, W. L., Marcon, J., Maccheroni Jr, W., Van Elsas, J. D., Van Vuurde, J. W., & Azevedo, J. L. (2002). Diversidade de populações bacterianas endofíticas e sua interação com *Xylella fastidiosa* em plantas cítricas. *Microbiologia aplicada e ambiental*, 68 (10), 4906-4914.
- Barbosa, G. S., Gomes, G. F., Biancalana, A., & Biancalana, F. S. C. (2020). Incidência de fungos filamentosos demáceos em espinhos de plantas em um município da Costa Leste da Ilha de Marajó-PA. *Brazilian Journal of Development*, 6(12), 104149-104162.

- Barbosa, R. D. N., Bezerra, J. D. P., Santos, A. C. D. S., Melo, R. F. R., Houbraken, J., Oliveira, N. T., & Souza-Motta, C. M. D. (2020). Brazilian tropical dry forest (Caatinga) in the spotlight: an overview of species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* (Eurotiales) and the description of *P. vascosobrinhus* sp. nov. *Acta Botanica Brasilica*, 34, 409-429.
- Bastos, I. M. A. D. S. (2022). Isolamento e identificação de fungos endofíticos de manguezais da Ilha de Santa Catarina.
- Cadamuro, R. D., da Silveira Bastos, I. M. A., Silva, I. T., da Cruz, A. C. C., Robl, D., Sandjo, L. P., & Fongaro, G. (2021). Compostos bioativos de fungos endofíticos de mangue e seus usos no controle de microorganismos. *Journal of fungi*, 7 (6), 455.
- Contreras, T. D. J. S., Iñiguez-Moreno, M., Garrido-Sánchez, L., Ragazzo-Sánchez, A., & CalderónSantoyo, M. (2020). Efecto de la temperatura en el crecimiento de *Rhizopus* spp. Y *Colletotrichum* spp. aislados de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos*, 3, 4-4.
- Costa, I. P. D. M. W. (2003). *Fungos endofíticos isolados de vegetais do manguezal do rio Paripe, ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil* (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).
- Da Silva, V. D., Fróes, Y. N., de Melo Monteiro, J., de Souza, N. M., Lima, N. S., de Sousa, L. C. A., & Silva, M. R. C. (2022). Isolamento de bactérias Gram-negativas em amostras de sedimento de manguezal em São Luís, Maranhão. *Research, Society and Development*, 11(3), e12011326483-e12011326483.
- De Sousa, C. F., Nogueira, E. W., Pereira, L. A., De Souza, R. M., & De Souza Ferrarese, A. (2011). Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. *Anais do Fórum De Iniciação Científica do Unifunec*, 2(2).
- De Souza Sebastianes, F. L., Romão-Dumaresq, A. S., Lacava, P. T., Harakava, R., Azevedo, J. L., de Melo, I. S., & Pizzirani-Kleiner, A. A. (2013). Species diversity of culturable endophytic fungi from Brazilian mangrove forests. *Current genetics*, 59, 153-166.
- De Souza, R. C., Modesto, S. P. B., Maués, K. M. G., dos Santos, J. C., Farias, A. N., Biancalana, A., & Biancalana, F. S. C. (2020). Avaliação da ocorrência de fungos demáceos em espinhos de limoeiro-taiti (*citrus latifolia tanaka*) no município de Soure-PA. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(5), 14894-14910.
- Do Amaral, C. R., Mazarotto, E. J., Gregório, P. C., & Favretto, G. (2023). Identificação de fungos endofíticos em *Hamelia patens* Jacq. e avaliação do potencial antimicrobiano dos extratos fúngicos. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 12 (5), e23012541767-e23012541767.
- Do Brasil, A. D. M., & do Sul, P. H. (2018). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*.
- Farias, A. N., Biancalana, A., & Biancalana, F. S. C. (2019). Ocorrência de fungos demáceos em farpas de portões de madeira, no município de Soure, Pará. *Revista Ouricuri*, 9(2), 011-024.
- Florentino, M. C. C., Bossada, A. L. P., Trombelli, M. J., & Rhoden, S. A. (2017). Análise da Diversidade Global da Microbiota de Fungos Endofíticos Isolados de Plantas de Manguezais: Um Ambiente Biotecnologicamente Promissor e Altamente Impactado. *Anais da Feira de Ensino, Pesquisa e Extensão do Campus São Francisco do Sul*, 1(5).
- Fontenele, L. A., Diniz, M. A. N., Sousa, M. D. D. A., Fonseca, M. C. S. D., Silva e Sousa, P. C., Farias, P. C. D., & Zanandrea, I. (2022). Fungos endofíticos na ilha de Upaon-açu, Maranhão, Brasil, e sua importância na conservação da flora. *Estudos dendrológicos e ecológicos na Amazônia: oportunidades e experiências*, 1(1), 119-134.
- Freire, M., Dias, V., Coutinho, H., Hernandez, G., & Tavares, L. (2016). Bioprospecção da Flora Fúngica Endofítica da Reserva de Jurubatiba. *Perspectivas Online. Biológicas E Saúde*, 6(21), Perspectivas Online. Biológicas e Saúde, Vol.6 (21).
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2018). Plano de manejo da Reserva Extrativista Marinha de Soure. Brasília: ICMBio, 57 p.
- Kidd, S., Halliday, C., Alexiou, H., & Ellis, D. (2016). Descriptions of Medical Fungi.
- Maia, L. K. R. (2019). Identificação de fungos associados a plantas de mangues no estado do Ceará.
- Maia, V. R. O., de Oliveira, J. A. D. S., Golias, H. C., Pamphile, J. A., & Polonio, J. C. (2020). Fungos endofíticos como promotores de resistência a estresse hídrico e salino: o caso do *Piriformospora indica*. *Brazilian Applied Science Review*, 4(2), 621-633.
- Moraes, G. K. A., Ferraz, L. F., & Chapla, V. M. (2020). Compostos orgânicos voláteis de fungos endofíticos e suas aplicações biotecnológicas. *RVq*, 12 (6), 1498-510.
- Pamphile, J. A., Costa, A. T., Rosseto, P., Polonio, J. C., Pereira, J. O., & Azevedo, J. L. (2017). Aplicações Biotecnológicas de Metabólitos Secundários Extraídos de Fungos Endofíticos: O Caso do *Colletotrichum* sp. *Revista Uningá*, 53(1).
- Paula, N. M. D. (2019). *Potencial biotecnológico de fungos de ecossistema manguezal* (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Pinto, R. A. D. F. O. (2019). Bioprospecção e caracterização de fungos endofíticos produtores de compostos bioativos isolados de *Dalbergia ecastaphyllum* L. Taub.
- Roldão, G. M., & Pfenning, L. H. (2001). Caracterização e identificação de fungos endofíticos em grãos verdes de café (*Coffea arabica* L.). SPCB - Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.
- Santos Filho, H. P., & Oliveira, A. A. R. (2022). Doenças causadas por fungos e oomicetos.
- Schultz, B., Auer, C. G., & dos Santos, Á. F. (2014). Determinação de fungos endofíticos em sementes de *Pinus taeda*.