

SAÚDE E AMBIENTE

V.10 • N.1 • 2025 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2025v10n1p81-94



## AVALIAÇÃO DE MICRORGANISMOS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO ISOLADOS DE DIFERENTES AMBIENTES

ASSESSMENT OF MICROORGANISMS OF BIOTENOLOGICAL INTEREST ISOLATED FROM DIFFERENT ENVIRONMENTS

EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO AISLADOS DE DIFERENTES AMBIENTES

Ana Gabryelle Vieira de Oliveira<sup>1</sup>

Elisamara Reis dos Santos<sup>2</sup>

Maria Eduarda Carvalho Coelho<sup>3</sup>

Yasmin Costa Oliveira<sup>4</sup>

Rita de Cássia Mendonça de Miranda<sup>5</sup>

## RESUMO

Microrganismos do solo e endofíticos são vitais para a saúde e produtividade dos ecossistemas terrestres, realizando funções como a ciclagem de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica. Os microrganismos endofíticos também oferecem proteção e nutrição às plantas, destacando-se em plantas medicinais pela produção de metabólitos bioativos. Esta pesquisa tem como objetivo isolar e identificar microrganismos de solo e endófitos com potencial atividade antagônica frente a patógenos de interesse clínico. Para isso foram coleadas de uma única vez, amostras de solo impactado por esgoto doméstico e folhas de capim limão (*Cymbopogon citratus*). Para o isolamento de solo foi utilizada o método de diluição seriada enquanto que para o isolamento dos endófitos foi utilizado o método de desinfecção das folhas. As colônias foram purificadas pelo método de estriamento, identificadas utilizando a técnica de microcultivo e avaliadas quanto à sua capacidade de inibir o crescimento de patógenos clínicos através do teste de antagonismo. Os resultados revelaram a presença de actinobactérias no solo e fungos *Aspergillus* sp. na folha de *Cymbopogon citratus*, ambos demonstrando atividade antagônica contra *Candida albicans* ATCC 14033, 10% e 25% respectivamente sugerindo potencial antimicrobiano. Esses resultados demonstram o potencial dos microrganismos isolados para a produção de compostos bioativos que podem ser utilizados no combate a microrganismos resistentes cada vez mais comuns na clínica.

## PALAVRAS-CHAVE

Isolamento; Teste de antagonismo; Endofíticos; Solo; *Candida albicans*.

## ABSTRACT

Soil microorganisms and endophytes are vital to the health and productivity of terrestrial ecosystems, performing functions such as nutrient cycling and decomposition of organic matter. Endophytic microorganisms also provide protection and nutrition to plants, and are prominent in medicinal plants due to the production of bioactive metabolites. This research aims to isolate and identify soil microorganisms and endophytes with potential antagonistic activity against pathogens of clinical interest. For this purpose, samples of soil impacted by domestic sewage and lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus*) were collected at the same time. The serial dilution method was used for soil isolation, while the leaf disinfection method was used for endophyte isolation. The colonies were purified by the streaking method, identified using the microcultivation technique and evaluated for their ability to inhibit the growth of clinical pathogens through the antagonism test. The results revealed the presence of actinobacteria in the soil and *Aspergillus* sp. fungi in the *Cymbopogon citratus* leaf, both demonstrating antagonistic activity against *Candida albicans* ATCC 14033, 10% and 25% respectively suggesting antimicrobial potential. These results demonstrate the potential of the isolated microorganisms for the production of bioactive compounds that can be used to combat resistant microorganisms that are increasingly common in clinical practice.

## KEYWORDS

Isolation; Antagonism test; Endophytes; ground; *Candida albicans*.

## RESUMEN

El suelo y los microorganismos endófitos son vitales para la salud y la productividad de los ecosistemas terrestres, ya que realizan funciones como el ciclo de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica. Los microorganismos endofíticos también ofrecen protección y nutrición a las plantas, destacándose en las plantas medicinales por la producción de metabolitos bioactivos. Esta investigación tiene como objetivo aislar e identificar microorganismos y endófitos del suelo con potencial actividad antagonista frente a patógenos de interés clínico. Para ello, se recolectaron de una vez muestras de suelo impactado por aguas residuales domésticas y hojas de limoncillo (*Cymbopogon citratus*). Para el aislamiento del suelo se utilizó el método de dilución seriada, mientras que para el aislamiento de endófitos se utilizó el método de desinfección foliar. Las colonias fueron purificadas por el método de rayado, identificadas mediante la técnica de microcultivo y evaluadas por su capacidad para inhibir el crecimiento de patógenos clínicos mediante pruebas de antagonismo. Los resultados revelaron la presencia de actinobacterias en el suelo y hongos *Aspergillus* sp. en la hoja

de *Cymbopogon citratus*, ambos demonstrando actividad antagonista contra *Candida albicans* ATCC 14033, el 10% y el 25%, respectivamente, lo que sugiere potencial antimicrobiano. Estos resultados demuestran el potencial de los microorganismos aislados para la producción de compuestos bioactivos para combatir microorganismos resistentes que son cada vez más comunes en la clínica.

## PALABRAS CLAVE

Aislamiento; Prueba de antagonismo; Endófitos; Suelo; *Candida albicans*.

## 1 INTRODUÇÃO

Os microrganismos, tanto do solo quanto endofíticos, desempenham papéis fundamentais na manutenção da saúde e produtividade dos ecossistemas terrestres. O solo é um componente essencial desses ecossistemas, abrigando uma vasta microbiota composta por bactérias, fungos, protozoários e vírus, os quais desempenham funções vitais como a ciclagem de nutrientes, biodegradação de matéria orgânica, sustentação da biodiversidade e reciclagem de resíduos (COLLA *et al.*, 2008; ROSA *et al.*, 2023b; VILLIS *et al.*, 2023; SANTOS *et al.*, 2024). Por sua vez, os microrganismos endofíticos residem no interior das plantas, onde desfrutam de alimento e oferecem proteção a hospedeira. A detecção desses microrganismos em plantas medicinais tem chamado a atenção, especialmente devido à sua capacidade de produzir metabólitos secundários bioativos, o que tem despertado interesse crescente em sua aplicação biotecnológica (ROSA *et al.*, 2023a)

Dentre as plantas medicinais mais usadas o capim-limão (*Cymbopogon citratus*) se destaca por ser conhecida pelas suas propriedades terapêuticas, se tornando um ambiente interessante para encontrar microrganismos endofíticos, como bactérias e fungos. Dentre os gêneros fúngicos mais encontrados destaca-se o *Aspergillus* spp.

Esses fungos de morfologia filamentosa, apresentam capacidade de produzir substâncias secundárias com potencial para agir frente a microrganismos de interesse clínico como leveduras do gênero *Candida*. Estas leveduras se destacam por serem agentes causadores de diferentes tipos de infecções onde a candidíase é predominantemente a mais comum (LOPES; LIONAKIS, 2022).

O isolamento desses microrganismos é de grande interesse devido à necessidade de compreender suas características e potenciais aplicações. Esta prática permite investigar as propriedades desses microrganismos, além de identificar sua presença e interações ambientais. Essas informações são cruciais para diversas áreas como a medicina e a biotecnologia, onde podem ser desenvolvidos novos produtos como agentes antimicrobianos e bioprodutos farmacêuticos. Portanto, o isolamento de microrganismos é fundamental para explorar seu potencial e aplicabilidade em diversas áreas de pesquisa. Muitos se destacam pela produção de antibióticos, gerando grande interesse em estudos antimicrobianos. Esse interesse surge da crescente resistência de fungos e bactérias aos medicamen-

tos comumente utilizados na prática clínica, como observado em estudos anteriores (ÁLVAREZ *et al.*, 2011; BARBUTO-FERRAIUOLO *et al.*, 2021).

A justificativa para esse interesse reside no fato de que a presença de microrganismos resistentes resulta em enfermidades graves e hospitalizações prolongadas, elevando significativamente os custos com saúde, incluindo despesas com medicamentos e falhas no tratamento. Além disso, a resistência aos antimicrobianos compromete a eficácia do sistema imunológico humano no combate às doenças infecciosas, o que pode acarretar complicações severas em pacientes suscetíveis (MARTINEZ-ROSSI *et al.*, 2018).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho isolar e identificar microrganismos de solo e endófitos com potencial atividade antagonista frente a patógenos de interesse clínico.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 MICRORGANISMOS UTILIZADOS

Os microrganismos patogênicos utilizados nesse trabalho foram *Candida albicans* ATCC 14033, *C. albicans* 37 (isolado clínico) e *Corynebacterium propinquum* (isolado clínico).

### 2.2 COLETA DA AMOSTRA

A região escolhida para coleta de solo foi o parque ecológico da lagoa (laguna) da Jansen em São Luís (MA) localizado sob as seguintes coordenadas: 2° 30' 8.38" S 44° 18' 35.26" O. A coleta foi realizada com um trado manual (marca Bartex) em solo seco de superfície com 1cm de profundidade em cinco pontos equidistantes ao longo das margens da Laguna da Jansen. A partir dos cinco pontos foi elaborada uma amostra composta.

### 2.3. ISOLAMENTO DE ACTINOBACTÉRIAS DE SOLO

Após a coleta deu-se início ao isolamento, onde 1g da amostra de solo foi pesado e diluído em 9mL de solução salina, em seguida homogeneizada com auxílio de um vórtex, para posterior diluição seriada. A partir destas soluções, foi utilizada a técnica de semeadura *Spread-Plate*, onde 100µL das diluições de fator  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  foram plaqueadas em meio de Batata Dextrose Agar (BDA) marca Difco (realizado em triplicata) e incubadas a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  durante o período de 7 a 10 dias. Posteriormente, as colônias que apresentaram características macro morfológicas de actinobactérias foram isoladas em placas contendo Batata Dextrose Agar (BDA) marca Difco, a fim de purificar as colônias (SANTOS *et al.*, 2024).

### 2.4 ISOLAMENTO DE FUNGOS ENDÓFITICOS

Para o isolamento dos microrganismos endófitos utilizou-se folhas de *Cymbopogon citratus* (capim-limão), seguindo o método de desinfecção preconizado por Petrini (1992), no qual se efetuou a limpeza das partes da planta em água corrente e em seguida foram submetidas a desinfecção com: álcool a 70% por 1 minuto, hipoclorito de sódio por 4 minutos, álcool a 70% por 30 segundos e 3 la-

vagens seguidas em água destilada estéril; na última lavagem a água também foi colocada no meio para controle de microrganismos epífitos. As bordas das folhas foram retiradas e as folhas foram fragmentadas em pedaços, sendo utilizados um total de 12 fragmentos para cada amostra vegetal. Posteriormente esses fragmentos foram colocados em placas com meio ágar Batata Dextrose (BDA) caseiro com anfotericina B (CAO *et al.*, 2004). O isolamento foi realizado em triplicada, sendo assim em cada placa (contendo 20 mL de meio) foram adicionados 4 fragmentos da planta. As placas foram incubadas em estufa à  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por 7-15 dias. Todas as etapas desse processo foram realizadas na câmara de fluxo laminar. Após o período de incubação foi realizada uma triagem nas placas, para verificação das características macro morfológicas das colônias crescidas, com seleção das colônias que apresentaram as propriedades típicas de actinobacterias descritas por Shirling e Gottlieb (1966).

As colônias selecionadas foram purificadas em novas placas e foram armazenadas na geladeira a  $4^{\circ}\text{C}$  para posterior identificação e continuidade dos testes (VILLIS *et al.*, 2023).

## 2.5 PURIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS ISOLADOS

Para purificar os microrganismos isolados da folha de *Cymbopogon citratus* e do solo utilizou-se uma alça de inoculação para separar as colônias com morfologia filamentosa das colônias leveduriformes, semeando cada uma em uma nova placa contendo meio de batata orgânico e incubadas a  $28^{\circ}\text{C}$  por 7 dias. Após o período de incubação, as colônias resultantes foram analisadas visualmente para garantir que não houve contaminação.

Para observar as estruturas dos microrganismos purificados foi empregada a técnica de microcultivo para fins de identificação. O microrganismo previamente isolado foi inoculado novamente em placa de Petri contendo meio de batata orgânico, e uma lamínula levemente inclinada foi inserida no meio para facilitar o crescimento das hifas sobre sua superfície e em seguida as placas foram incubadas a  $28^{\circ}\text{C}$  por 7 dias (SHIRLING; GOTTLIEB, 1966). Posteriormente à incubação, procedeu-se à confecção da lâmina utilizando o corante lactofenol e a lamínula presente na placa com as estruturas crescidas. Estruturas como hifas, cadeias de esporos e conídios foram coradas e observadas em microscópio óptico 40x (VILLIS *et al.*, 2023).

## 2.6 ATIVIDADE ANTAGONISTA

A atividade antagônica foi realizada de acordo com o método descrito por Ferreira *et al.* (2021). Os microrganismos utilizados no ensaio de antagonismo foram aqueles isolados do solo e da planta frente aos patógenos *Candida albicans* (ATCC 14033), *C. albicans* 37 e *Corynebacterium propinquum* previamente cultivados em meio ágar Sabouraud e Muller-Hinton (respectivamente) por 24 horas a  $37^{\circ}\text{C}$ . O ensaio de antagonismo foi conduzido pelo método de cultura pareada, no qual o antagonista (microrganismo isolado) foi semeado em duas linhas paralelas a 2 cm de distância do patógeno, que foi semeado no centro da placa, sendo posteriormente incubados por 7 dias a  $28^{\circ}\text{C}$ . Após o período de incubação, o crescimento dos isolados clínicos foi avaliado, e o conjunto de colônias (UFC) foram medidas com o paquímetro e comparadas com o controle positivo (microrganismo cultivado sem a presença do antagonista).

A interpretação dos resultados foi realizada com auxílio da equação:

$$A = \frac{R - D}{R \times 100}$$

onde R é o diâmetro da colônia do controle positivo e D o diâmetro da colônia do teste.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. ISOLAMENTO DE ACTINOBACTÉRIAS DE SOLO

Após o isolamento e purificação de amostras do solo da lagoa da Jansen, uma colônia com características macroscópica de actinobactéria foi identificada. A colônia se caracterizava por ser pequena, **não apresentar** pigmentação, o bordo ser ondulado, e com presença de micélio aéreo. A forma circular característica de actinobactérias com elevação umbelicada, superfície rugosa, consistência quebradiça e produção de pigmento alaranjado (Figura 1). Alguns trabalhos demonstram que colônias de actinobactérias podem ser isoladas de solos impactados embora seja mais comum o isolamento de colônias em solo sem impactação. Autores relatam que a impactação do solo gera um stress para os microrganismos induzindo os mesmos a mecanismos de adaptação como a produção de metabólitos secundários. A produção de pigmentos pode indicar que a colônia isolada produz compostos com atividade biológica (SOUZA *et al.* 2024). A análise microscópica confirmou que se tratava de uma bactéria da classe actinobactérias pela presença de filamentos ramificados que se assemelham a hifas fúngicas com formação de esporos em cachos na ponta da hifa. chados semelhantes aos encontrados nesse trabalho foram obtidos por Souza *et al.* (2024), quando isolaram actinobactérias de solo impactado com resíduo sólido.

**Figura 1** - Colônias com características macroscópicas de actinobactéria, apresentando coloração branca e produção de pigmento alaranjado.



Fonte: Dados da pesquisa

### 3.2. ISOLAMENTO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS.

Com relação ao isolamento de fungos a partir da folha de *Cymbopogon citratus*, dois fungos com características macroscópicas de *Aspergillus* foram identificados. Na primeira placa é possível visu-

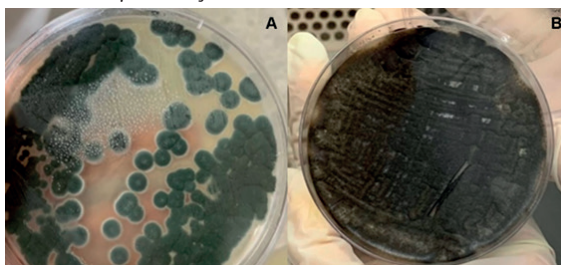
alizar colônias filamentosas, com tamanho médio, presença de pigmentação verde escura, bordas brancas, forma circular, elevação convexa baixa e consistência quebradiça (Figura 2A). A segunda placa, o fungo filamentoso surge com colônias agrupadas, com presença de pigmento marrom escuro, textura pulverulenta, forma circular e elevação convexa baixa (Figura 2B).

Na observação das estruturas microscópicas desses fungos pode-se visualizar hifas septadas com conídios equinulados na ponta em forma de flor característica estruturais de fungos do gênero *Aspergillus*, conforme mostra a figura 3.

O isolamento de fungos de plantas medicinais tem sido relatado na literatura. Villis *et al.* (2023) isolaram fungos da folha de *Hibiscus sabdariffa* L. e assim como nesse trabalho as características micro morfológicas sugerem ser do gênero *Aspergillus* sp.,

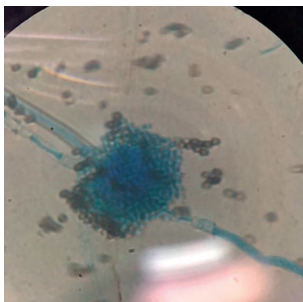
Pires *et al.* (2023) mostraram o isolamento de fungos do solo impactado, demonstrando que esses locais também são interessantes para o isolamento de fungos de interesse biotecnológico. Os autores relataram as mesmas características micro morfológicas encontradas no presente trabalho.

**Figura 2-** (A) Colônias com características macroscópicas do fungo *Aspergillus* sp., apresentando coloração verde escuro, bordas esbranquiçadas, textura aveludada e presença de micélio aéreo; (B) Colônias com características macroscópica de fungo *Aspergillus* sp., apresentando coloração marrom escuro, textura pulverulenta e presença de micélio aereo.



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 3** – Imagem de microscópio óptico do fungo *Aspergillus* corado com lactofenol.



Fonte: Dados da pesquisa

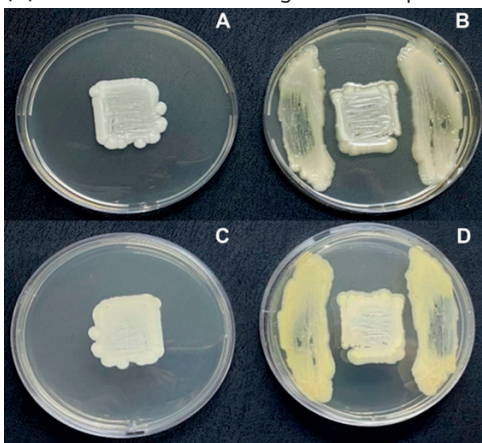


### 3.3. ATIVIDADE ANTAGONISTA

A análise da atividade antagonista mostrou que houve uma zona de inibição formada pela actinobactéria frente a *Candida albicans* ATCC 14033, apresentando 10% de inibição (Figura 4). Já quando a actinobactéria foi testada frente a bactéria *Corynebacterium propinquum* não apresentou zona inibição (Figura 5).

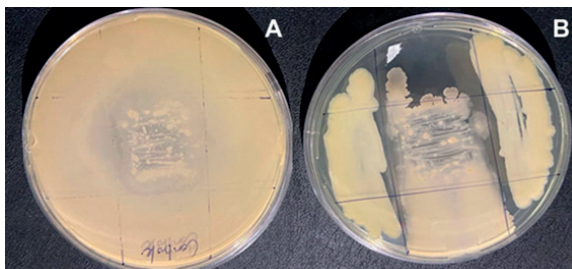
Rosa *et al.* (2023a) relataram a importância das actinobactérias na produção de metabolitos secundários com atividades biológicas diversas. Os autores destacaram que esse grupo de bactérias quando em situação de stress pode produzir e secretar metabólitos biotecnologicamente interessantes.

**Figura 4** - Representação da atividade antagonista de actinobactéria contra *Candida albicans* ATCC 14033. (A) Controle positivo (anverso); (B) Confronto dos microrganismos após a incubação (anverso); (C) Controle positivo(verso); (D) Confronto dos microrganismos após a incubação(verso).



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 5**- Representação da atividade não antagonista da actinobactéria contra *Corynebacterium propinquum*. (A) Controle positivo(verso); (B) Confronto dos microrganismos após a incubação(verso).



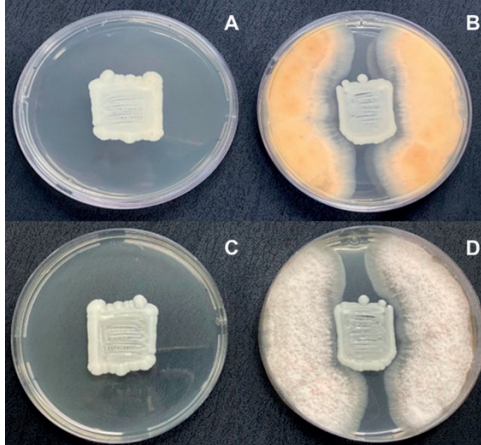
Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados do teste antagonista revelaram que o *Aspergillus* sp. (verde) possui capacidade de suprimir o crescimento da *C. albicans* 37. No entanto, não foi observada atividade antagonista contra



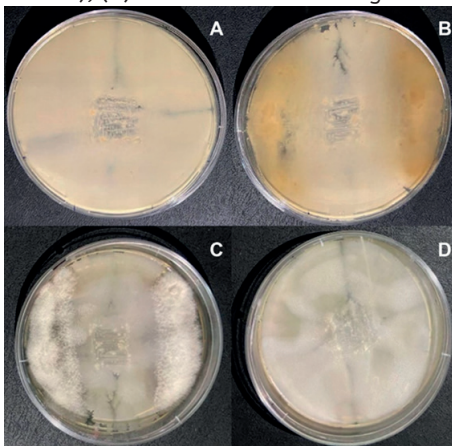
o *Corynebacterium propinquum*. O crescimento das colônias de *C. albicans* foi quantificado e comparado com o crescimento do patógeno em culturas sem a presença do *Aspergillus* sp. (controle positivo). A interpretação dos resultados foi realizada utilizando a equação de Edington, revelando uma inibição do crescimento em 25% (Figura 6).

**Figura 6** - Representação da atividade antagonista do *Aspergillus* sp. (verde) contra *Candida albicans* 37. (A) Controle positivo(verso); (B) Confronto dos microrganismos após a incubação(verso); (C) Controle positivo(anverso); (D) Confronto dos microrganismos após a incubação(anverso).



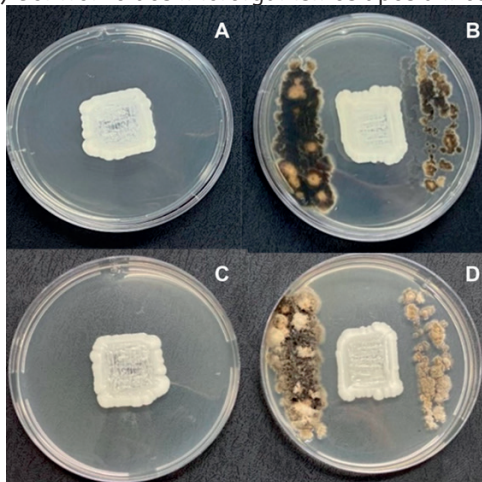
Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 7** - Representação da atividade não antagonista do *Aspergillus* sp. (verde) contra *Corynebacterium propinquum*. (A) Controle positivo (verso); (B) Confronto dos microrganismos após a incubação (verso); (C) Controle positivo (anverso); (D) Confronto dos microrganismos após a incubação (anverso).



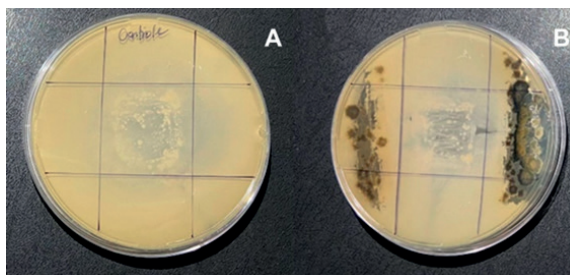
Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 8-** Representação da atividade antagônica do *Aspergillus* sp. (marrom) contra *Candida albicans* 37 (A) Controle positivo(verso); (B) Confronto dos microrganismos após a incubação(verso); (C) Controle positivo(frente); (D) Confronto dos microrganismos após a incubação(frente).



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 9-** Representação da atividade não antagônica do *Aspergillus* sp. (marrom) contra *Corynebacterium propinquum*. (A) Controle positivo(verso); (B) Confronto dos microrganismos após a incubação(verso).



Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados encontrados nesse trabalho demonstram a capacidade de microrganismos isolados de diferentes ambientes inibirem patógenos de interesse clínico. Os autores observaram a capacidade das actinobactérias em produzir metabólitos secundários biologicamente ativos, essa atividade pode estar relacionada a sua fácil adaptabilidade a diversos habitats, como ecossistemas terrestres impactados o que reflete no seu potencial metabólico para a produção de diversos produtos naturais bioativos, incluindo antibióticos e herbicidas (GOEL *et al.*, 2021; ROSA *et al.* 2023a; VILLIS *et al.* 2023).

Nesse trabalho se pode observar que ambos os microrganismos isolados (actinobactérias e fungos) apresentaram atividade antagônica para patógenos de interesse clínico quando utilizada a metodologia de Ferreira *et al.* (2021). No estudo de Alves (2022) o autor observou que actinobactérias isoladas de diferentes ambientes demonstravam potencial metabólico frente a fungos e bactérias patogênicas. A metodologia utilizando o teste de antagonismo e a equação de Edington para análise dos resultados, proporcionou uma avaliação precisa da capacidade desses microrganismos em inibir o crescimento de seus patógenos alvos demonstrando que essa é uma metodologia rápida e eficaz para prospecção de organismos de interesse tecnológico.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde o uso de metodologias rápidas para detecção de novos compostos pode ser muito relevante devido ao número crescente de patógenos resistentes relatados em estudos nos últimos 10 anos, dentre eles a levedura (SANTANA *et al.*, 2013, WHO, 2019)

No presente estudo a actinobactéria e o fungo apresentaram atividade antagônica frente aos patógenos testados. Os resultados mostram que o composto produzido pela actinobactéria inibiu em 10% o crescimento de *Candida albicans* ATCC 14033, sugerindo que a actinobactéria isolada do solo possui potencial para controle de crescimento de cepas do gênero *Candida*, por conseguir uma inibição expressiva do patógeno. No entanto, a falta de inibição observada contra *Corynebacterium propinquum* indica que o espectro de atividade da actinobactéria pode ser específico para certos microrganismos, sugerindo que seu mecanismo de ação pode estar em nível de uma estrutura característica de fungo (parede celular ou membrana plasmática).

Na literatura são relatados trabalhos demonstrando atividade de actinobactérias frene a fungos patogênicos. Em estudos de Oliveira (2018) foi analisado o potencial antimicrobiano de metabólitos secundários produzidos por *Streptomyces* sp. isolados de amostras de solos Amazônicos. Dos 153 extratos metabólitos em acetato de etila analisados, doze tiveram atividade antimicrobiana, sendo cinco contra *Candida albicans* ATCC 24433, com inibição de 12%.

Os resultados da atividade antagônica do composto produzido pelo fungo *Aspergillus* sp. contra *Candida albicans* 37 são consistentes e corroboram com estudos anteriores como o de Villis *et al.* (2023) e o de Pires *et al.* (2023) que destacam o potencial antimicrobiano deste fungo. A inibição de crescimento de 25% observada indica uma alta capacidade do *Aspergillus* sp. em inibir o crescimento de *Candida albicans*, o que pode ser explorado no desenvolvimento de novos agentes antifúngicos.

A importância dos resultados obtidos a partir do teste de antagonismo reside no potencial das actinobactérias para a descoberta de novos compostos com aplicações farmacêuticas e agrícolas. Isso é particularmente relevante frente à crescente resistência aos antibióticos e à necessidade de novas alternativas terapêuticas e métodos de controle de pragas, contribuindo para avanços na saúde pública e na sustentabilidade agrícola. Além disso, o estudo de Prado. (2017) afirma que os fungos continuam sendo uma das fontes mais importantes de compostos bioativos, entre os quais, o gênero *Aspergillus* predomina como uma alternativa para produção de metabólitos secundários como terpenos, flavonoides e alcaloides de interesse industrial, especialmente como fonte de antimicrobianos, enzimas e antioxidantes.

## 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo fornecem evidências significativas da atividade antagonista da actinobactéria e fungos frente ao patógeno *Candida albicans*. Esses achados sugerem que o actinobactérias isoladas do solo e fungos endófitos possuem potencial para controlar o crescimento de cepas do gênero *Candida*, necessitando de mais teste com um número maior de isolados. Esses resultados destacam a importância de prospecção e mais estudos sobre as interações microbianas e o potencial de microrganismos como fontes de compostos bioativos com atividade antimicrobiana.

## REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, A.M. Metabólitos secundários de actinomicetos. *In*: FIERRO, F.F.; ONOFRE, M.V. (Orgs).

**Impacto de la biología molecular y las nuevas tecnologías en el conocimiento de la función celular y sus aplicaciones.** Cidade do México: Casa abierta al tiempo/UAM, 2011.

ALVES, M.S. **Atividade antimicrobiana de metabólitos secundários de *Streptomyces* spp., isolada de cultura de soja do sul do estado do Maranhão.** 2022. (Tese) Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia – Universidade Ceuma, São Luís, 2022.

BARBUTO-FERRAIUOLO, S. *et al.* Streptomycetes as platform for biotechnological production processes of drugs. **Appl Microbiol Biotechnol**, v. 105, p. 551-568, 2021.

CAO, L. *et al.* Isolation and characterization of endophytic *Streptomyces* strains from surfacesterilized tomato (*Lycopersicon esculentum*) roots. **Lett Appl Microbiol**, v. 39, n. 5, p. 425-430, 2004.

COLLA, L.M. *et al.* Isolamento e seleção de fungos para biorremediação a partir de solo contaminado com herbicidas triazínicos. **Ciênc Agrotecnol**, v. 32, p. 809-813, 2008.

FERREIRA, T.C. *et al.* Potencial de *Bacillus* spp. em promover o crescimento e controlar *Fusarium verticillioides* em milho. **Summa Phytopathol**, v. 47, n. 4, p. 195-203, 2021.

GOEL, N. *et al.* Antimicrobial resistance in biofilms: Exploring marine actinobacteria as a potential source of antibiotics and biofilm inhibitors. **Biotechnol Rep**, v. 30, p. e00613, 2021.

LOPES, J.P.; LIONAKIS, M.S. Pathogenesis and virulence of *Candida albicans*. **Virulence**, v. 13, n. 1, p. 89-121, 2022.

- MARTINEZ-ROSSI, N.M. *et al.* Dermatophyte resistance to antifungal drugs: mechanisms and prospectus. **Front Microbiol**, v. 9, p. 374718, 2018.
- OLIVEIRA, R.C. **Potencial antimicrobiano de actinomicetes de solos amazônicos.** (Dissertação). Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia - Universidade Federal do Acre, Rio Branco. 2018
- PETRINI, O. Fungal endophyte of tree leaves. *In*: ANDREWS, J.; HIRANO, S.S. (Eds.) **Microbial ecology of leaves.** New York: Springer-Verlag, 1992.
- PIRES, S.L. *et al.* Prospecção de fungos de interesse industrial isolados de solo impactado com resíduo sólido de saúde. **Rev Interf Saúde Hum Tecnol**, v. 11, n. 3, p. 2996-3003, 2023.
- PRADO, F.B. **Comparação de métodos de preservação de linhagens de *Aspergillus* da Coleção DPUA na produção de metabólitos secundários com potencial antimicrobiano.** (Dissertação). Mestrado em Biotecnologia - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2017.
- ROSA, F.C. *et al.* Importância dos metabólitos secundários produzidos por actinobactérias. **Rev Ciên Saúde CEUMA**, v.1, n.1; 72-87, 2023a.
- ROSA, F.C. *et al.* Bioprospecting of secondary metabolites produced by endophytic actinomycete isolated from *Aloe vera*. **Concilium**, v. 23.n. 22, 227-239, 2023b.
- SANTANA, D. P. *et al.* Novas abordagens sobre os fatores de virulência de *Candida albicans*. **Rev Ciên Méd Biol**, v.12, n.2, p.229-233, 2013.
- SANTOS, D.C.P. *et al.* Potencial antimicrobiano de metabólitos secundários de *Streptomyces* sp. isolados de solo impactado. **Peer Rev**, v. 6, n. 5, p. 233-245, 2024.
- SHIRLING, E.B.; GOTTLIEB, D. Methods for characterization of *Streptomyces* species. **Int J System Bacteriol**, v. 16, p. 313-340, 1966.
- SOUZA, T.R.P. *et al.* Ferramentas de bioinformática aplicadas a busca racional por moléculas contra *Acinetobacter baumannii*. **Rev Observ Econ Latinoam**, v.22, n.3, p. 01-22. 2024.
- VILLIS, S.B. *et al.* Bioprospecção de fungos endofíticos com ação antimicrobiana frente a *Pseudomonas aeruginosa*. **Peer Rev**, v. 5, n. 25, p. 134-147, 2023.
- WHO. World Health Organization. **Ten threats to global health in 2019.** Geneva: World Health Organization; 2019.

---

Recebido em: 5 de Setembro de 2024

Avaliado em: 29 de Outubro de 2024

Aceito em: 5 de Março de 2025

---



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

---

1 Graduanda em Biomedicina. Universidade Ceuma - São Luís, MA, Brasil. Email: gabryellebiomed@gmail.com

2 Graduanda em Biomedicina. Universidade Ceuma - São Luís, MA, Brasil. Email: reiselisamara1225@gmail.com

3 Graduanda em Biomedicina. Universidade Ceuma - São Luís, MA, Brasil.  
Email: mariaeduardacoelho930@gmail.com

4 Graduanda em Biomedicina. Universidade Ceuma - São Luís, MA, Brasil. Email: yasmincosta2329@gmail.com

5 Bióloga, Doutora em Biologia de Fungos. Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Biociência Aplicada a Saúde. Universidade Ceuma- São Luís, MA, Brasil.  
Email: rita.miranda@ceuma.br

Copyright (c) 2025 Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

