



ISSN: 2595-1661

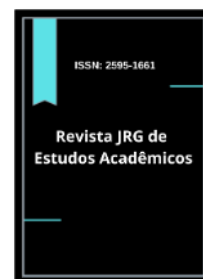
ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portaldeperiodicos.capes.gov.br/)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Biorremediação em ecossistemas ácidos: Potencial Biossurfactante da *Candida tropicalis* isolada do Rio Negro (Amazonas, Brasil)

Bioremediation in Acidic Ecosystems: Biosurfactant Potential of *Candida tropicalis* isolated from the Rio Negro (Amazonas, Brazil)

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2676

ARK: 57118/JRG.v8i19.2676

Recebido: 07/11/2025 | Aceito: 13/11/2025 | Publicado on-line: 14/11/2025

Winnie Lagoa de Souza¹

<https://orcid.org/0000-0002-7048-8342>

<http://lattes.cnpq.br/3781817148829870>

Faculdade Alcance, MG, Brasil

E-mail: winnie_lagoa@hotmail.com



Resumo

Objetivo: Investigar o potencial biossurfactante de leveduras do gênero *Candida tropicalis* isoladas da água da área portuária do rio Negro, em Manaus (AM), com vistas à sua aplicação em processos de biorremediação em ecossistemas amazônicos. **Metodologia:** Foram coletadas amostras de água na orla do rio Negro, no porto público de Manaus durante o período de cheia. Os microrganismos foram isolados em meio Bushnell e Haas suplementado com 1% de óleo diesel como fonte de carbono. A identificação presuntiva das leveduras foi realizada em meio CHROMagar Candida®, com posterior avaliação do potencial biossurfactante por meio de bioensaios de emulsificação e do teste de biodegradabilidade utilizando o indicador redox 2,6-diclorofenol-indofenol. **Resultados:** Foram isoladas seis leveduras identificadas como *Candida tropicalis*. Todas demonstraram capacidade de emulsificação, com índices variando entre 6% e 53%, sendo o maior valor obtido pela cepa L1. O teste de biodegradabilidade indicou descoloração completa do meio mineral após 24 horas de incubação, confirmando o potencial biossurfactante e a capacidade de degradação de óleo diesel. **Conclusão:** Os resultados indicam que leveduras *C. tropicalis* isoladas da área portuária do Rio Negro apresentam atividade biossurfactante relevante e potencial de biodegradação de hidrocarbonetos, reforçando a importância da biodiversidade microbiana amazônica como fonte de compostos com aplicação biotecnológica.

Palavras-chave: Região Amazônica. Biodegradação ambiental. Poluição por Petróleo. Substâncias Tensoativas.

¹ Graduada em Ciências Biológicas; Mestra em Biologia Urbana.

Abstract

Objective: To investigate the biosurfactant potential of yeasts of the genus *Candida tropicalis* isolated from the water of the Negro River port area in Manaus (AM), with a view to their application in bioremediation processes in Amazonian ecosystems. **Methodology:** Water samples were collected from the banks of the Negro River, at the public port of Manaus, during the flood season. Microorganisms were isolated in Bushnell and Haas medium supplemented with 1% diesel oil as a carbon source. Presumptive identification of yeasts was performed on CHROMagar *Candida*® medium, with subsequent evaluation of biosurfactant potential through emulsification bioassays and biodegradability testing using the 2,6-dichlorophenol-indophenol redox indicator. **Results:** Six yeasts identified as *Candida tropicalis* were isolated. All demonstrated emulsification capacity, with rates ranging from 6% to 53%, with the highest value obtained by strain L1. The biodegradability test indicated complete discoloration of the mineral medium after 24 hours of incubation, confirming the biosurfactant potential and diesel oil degradation capacity. **Conclusion:** The results indicate that *C. tropicalis* yeasts isolated from the port area of the Negro River have relevant biosurfactant activity and hydrocarbon biodegradation potential, reinforcing the importance of Amazonian microbial biodiversity as a source of compounds with biotechnological applications.

Keywords: Amazon region. Environmental biodegradation. Oil pollution. Surfactants.

1. Introdução

Os surfactantes ou tensoativos são compostos essenciais em diversos setores industriais, mas os de origem sintética frequentemente acarretam impactos adversos aos ecossistemas e à saúde (Badmus *et al.*, 2021; Dini *et al.*, 2024). Como alternativa, os biossurfactantes – moléculas anfipáticas de origem microbiana, vegetal ou animal – vêm ganhando destaque há décadas devido à sua biodegradabilidade, baixa toxicidade e eficiência na redução da tensão superficial e na formação de emulsões estáveis (Banat, 1995; Banat *et al.*, 2000; Jain *et al.*, 2023).

Entre os microrganismos produtores, as leveduras se destacam por sua versatilidade metabólica e notável resistência a ambientes extremos, sendo capazes de tolerar variações de pH, salinidade e temperatura (Segal-Kischinevsky *et al.*, 2022; Atasoy *et al.*, 2023; Mohiuddin *et al.*, 2024). Nesse contexto, espécies do gênero *Candida*, em particular *Candida tropicalis*, demonstram dupla relevância: são reconhecidas produtoras de biossurfactantes com potencial biotecnológico e, ao mesmo tempo, apresentam uma formidável adaptabilidade ecológica, sendo isoladas de ambientes clínicos e contaminados (Zuza-Alves *et al.*, 2016; Almeida *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022; Caldas *et al.*, 2024).

O Rio Negro, na Amazônia, constitui um ambiente único, com águas ácidas (pH 4,5–5,0) e ricas em substâncias húmicas (Sioli, 1967). Essas condições selecionam uma microbiota especializada, onde leveduras acidotolerantes como *C. tropicalis* podem prosperar. A presença de atividades portuárias e antrópicas nas margens do rio introduz fontes de contaminação por hidrocarbonetos, criando um cenário ideal para a seleção de microrganismos com capacidade biodegradativa.

Diante desse contexto, este trabalho busca investigar o potencial de isolados de *Candida tropicalis*, obtidos da água da área portuária do Rio Negro, para produzir biossurfactantes e biodegradar óleo diesel. O estudo visa não apenas avaliar a aplicabilidade dessas leveduras em processos de biorremediação, mas também

compreender melhor sua adaptação a um ecossistema amazônico ácido e impactado, cujas particularidades microbiológicas ainda são pouco exploradas.

2. Metodologia

Amostras de água

As amostras foram coletadas na orla do rio Negro, na área do porto público de Manaus (Amazonas, Brasil), entre maio e julho (período de cheia do rio), em quatro pontos georreferenciados: S 03°08'274" W 60°01'25.6", S03°14'0250" W 60°02'43.8", S 03°14'675" W 60°00'9700" e S 03°14'569" W 60°01'1380". As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro esterilizados, mantidas sob refrigeração (<10 °C) e analisadas em até 8 horas após a coleta, conforme recomendações de Hunt e Rice (2005).

Preparo das amostras para análise

Cada amostra (10 mL) foi submetida a um processo de enriquecimento em 100 mL do meio mineral Bushnell-Haas (BH), composto por KH_2PO_4 (1 g/L), K_2HPO_4 (1 g/L), NH_4NO_3 (1 g/L), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,2 g/L), FeCl_3 (0,05 g/L) e $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,02 g/L) em 1 L de água destilada, suplementado com 1% (v/v) de óleo diesel como fonte de carbono. As amostras foram incubadas a 30 °C sob agitação constante (100 rpm) até a observação de turvação, indicando crescimento microbiano.

Isolamento dos microrganismos

A cada três ou quatro dias, alíquotas de 1 mL do meio enriquecido foram retiradas e semeadas em meio BH sólido suplementado com 1% de diesel, utilizando a técnica de incorporação. As colônias de leveduras isoladas foram repicadas em meio Sabouraud Dextrose Agar e incubadas a 28 °C por 24 horas. As culturas puras foram então preservadas em tubos criogênicos a 4 °C para análises posteriores.

Identificação presuntiva de *Candida* spp.

A identificação presuntiva foi realizada por meio de cultivo em meio diferencial CHROMagar *Candida*® (Laborclin, Pinhais, PR, Brasil). Esse meio contém substratos cromogênicos que reagem com enzimas específicas de cada espécie, permitindo distinção pela coloração das colônias. As amostras foram incubadas a 35 °C por 48 horas e analisadas conforme as características descritas pelo fabricante e pela literatura (Bayona *et al.*, 2020; Tamura *et al.*, 2022).

Teste de biodegradabilidade

O potencial de biodegradação do óleo diesel foi avaliado segundo a metodologia de Hanson *et al.* (1993), utilizando o indicador redox 2,6-diclorofenol-indofenol (DCPIP) em meio BH. Em microplacas estéreis, foram adicionados 250 µL do meio BH, 10 µL de diesel comercial e 5 µL de DCPIP, seguidos de 25 µL de suspensão celular de leveduras (10^8 UFC/mL) cultivadas em caldo LB (Luria Bertani, Kasvi, Pinhais, PR, Brasil). Poços abióticos contendo apenas água estéril foram usados como controle negativo. As placas foram incubadas a 30 °C e observadas nos tempos de 0, 12 e 24 horas. A descoloração do indicador foi interpretada como evidência de atividade degradadora.

Índice de emulsificação (E24%)

A capacidade emulsificante foi determinada pelo método descrito por Cooper e Goldenberg (1987). Foram testadas duas condições experimentais: (i) utilizando o líquido metabólico livre de células e (ii) a suspensão celular. Em tubos de ensaio, 2 mL de diesel foram adicionados a 2 mL do líquido metabólico; as amostras foram agitadas por 2 min e deixadas em repouso por 24 h. O índice de emulsificação (E24) foi calculado pela fórmula:

$$E24(\%) = \frac{H_e}{H_t} \times 100$$

Onde H_e representa a altura da camada emulsionada e H_t a altura total do líquido. As medições foram realizadas com paquímetro, em triplicata, e os resultados expressos em valores médios.

3. Resultados e Discussão

A caracterização presuntiva das leveduras isoladas, realizada em meio cromogênico CHROMagar *Candida*®, permitiu a identificação preliminar em nível de espécie. Os isolados L1, L2, L3, L4, L5 e L6 apresentaram colônias de coloração azul após 48 horas de incubação, compatíveis com *Candida tropicalis*. O meio diferencial utilizado é amplamente reconhecido por permitir a distinção entre espécies do gênero *Candida*: colônias verde-metálicas para *C. albicans*, azuis para *C. tropicalis*, lilases para *C. glabrata* e brancas para outras espécies. Estudos anteriores confirmam a precisão desse método (Bayona *et al.*, 2020; Tamura *et al.*, 2022).

Nesse cenário, um estudo conduzido por Daef *et al.* (2014) comparou diferentes meios cromogênicos e técnicas moleculares, demonstrando que o CHROMagar *Candida*® apresentou alta sensibilidade e especificidade na identificação de *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. glabrata* e *C. krusei*. O meio mostrou desempenho comparável ao da técnica molecular *seminested PCR*, com 97,5% de concordância geral entre os métodos, além de ser economicamente mais viável e de fácil aplicação em laboratórios de rotina e contextos ambientais. Esses achados reforçam a confiabilidade do meio cromogênico como ferramenta para a identificação rápida de espécies de *Candida*, especialmente em estudos ambientais conduzidos em regiões de infraestrutura limitada.

As leveduras são componentes importantes da microbiota aquática, comparáveis a bactérias e protozoários. Sua ampla distribuição está relacionada à plasticidade fenotípica e à capacidade de adaptação a variações de salinidade, temperatura, oxigenação e pH, o que explica o isolamento frequente de espécies ambientais e oportunistas, como as do gênero *Candida* (Monapathi *et al.*, 2020; Segal-Kischinevsky *et al.*, 2022). Logo, a ocorrência de *C. tropicalis* em águas portuárias do rio Negro reflete sua notável adaptabilidade ecológica. Embora conhecida como agente etiológico de candidemia em ambientes hospitalares (Zuza-Alves *et al.*, 2017; Braga *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2023; Nouér *et al.*, 2024). Hagler e Ahearn (1987) destacam que poucas leveduras são estritamente aquáticas, sendo frequente sua origem terrestre ou proveniente de efluentes domésticos.

No caso do porto público de Manaus, fatores como o aporte de matéria orgânica, a ocupação irregular das margens e a deficiência de saneamento básico contribuem para o enriquecimento orgânico do rio, favorecendo o desenvolvimento de leveduras oportunistas.

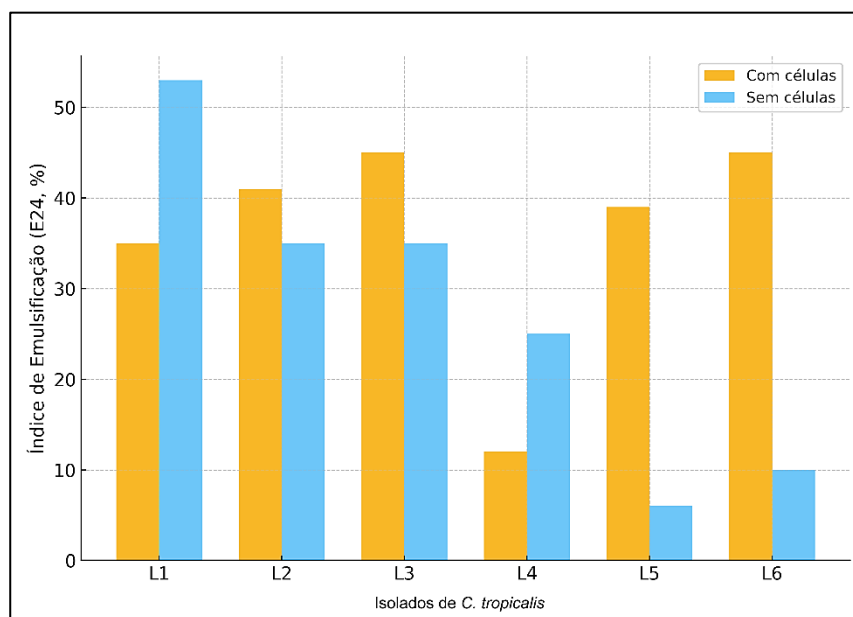
O teste de biodegradabilidade, conduzido com o indicador redox DCPIP (Hanson *et al.*, 1993), confirmou a capacidade dos isolados em degradar óleo diesel.

A mudança de coloração do meio, observada em até 24 horas, evidenciou atividade enzimática voltada à oxidação dos hidrocarbonetos. Essa metodologia tem sido amplamente aplicada em estudos de biorremediação (Cormack; Fraile, 1997; Roy et al., 2002; Souza et al., 2010; Caúper et al., 2021; Oliveira et al., 2022), reforçando sua validade experimental. No entanto, como ressaltam Corseuil e Weber (1994), a simples presença de microrganismos degradadores não assegura uma biorremediação efetiva; é necessário considerar a biomassa ativa e o tempo de resposta metabólica.

Os isolados confirmaram essa capacidade, demonstrando atividade degradadora de óleo diesel no teste com DCPIP em até 24 horas, um método amplamente validado em biorremediação (Hanson et al., 1993). Os ensaios de emulsificação (E24) revelaram uma significativa variação entre os isolados.

Comparação do índice de emulsificação (E24) obtido em ensaios com células e sem células (líquido metabólico livre) para os isolados L1 a L6 de *C. tropicalis* provenientes de área portuária do rio Negro. Observa-se maior atividade emulsificante no sistema livre de células, com destaque para o isolado L1, que atingiu 53% de emulsificação (Figura 1). A variação entre os isolados reflete diferenças metabólicas no perfil de produção e secreção de biossurfactantes.

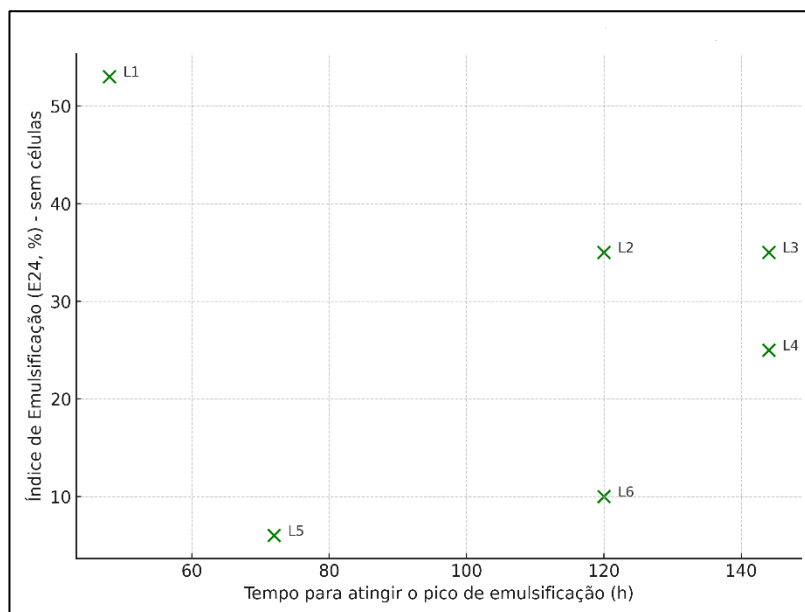
Figura 1 - Índice de Emulsificação (E24) dos isolados de *C. tropicalis* com e sem presença de células.



Fonte: Autora (2025).

A análise do sistema livre de células revelou maior estabilidade da emulsão, destacando-se o isolado L1, que apresentou E24 de 53% (Figura 2). Esse padrão sugere que os biossurfactantes extracelulares são os principais responsáveis pela atividade emulsificante, conforme relatado por outros estudos (Moldes et al., 2021; Dini et al., 2024). O tempo necessário para atingir a estabilidade máxima variou entre 48 e 144 horas, sendo mais rápido nos ensaios sem células (72–96 horas), o que indica que a presença celular pode influenciar a cinética do processo.

Figura 2 - Relação entre o tempo para atingir o pico de emulsificação e o índice E24 sem células.



Fonte: Autora (2025).

A água do Rio Negro apresenta pH ácido, variando entre 4,5 e 5,0, e sua coloração escura está associada à presença de substâncias húmicas e fúlvicas provenientes da decomposição vegetal (Sioli, 1967). Nessas condições, microrganismos adaptados a ambientes ácidos são favorecidos. Leveduras, por exemplo, toleram baixos valores de pH (3,0–5,0), altas cargas orgânicas, elevada salinidade, presença de antibióticos e até misturas alcoólicas de até 12% v/v (Mohiuddin *et al.*, 2024). O cultivo em pH baixo reduz a contaminação bacteriana, permitindo a predominância de leveduras mesmo em condições não estéreis (Atasoy *et al.*, 2023), o que sugere sua adequação para processos biotecnológicos em águas ácidas como as do Rio Negro.

A produção de biossurfactantes por leveduras é uma estratégia de adaptação para utilizar substratos hidrofóbicos e proteger as células contra a toxicidade de hidrocarbonetos (Sikkema *et al.*, 1995). Essa síntese, frequentemente regulada por *quorum sensing*, ocorre majoritariamente na fase estacionária de crescimento (Ron; Rosenberg, 2002). Um estudo recente conduzido por Zhang *et al.* (2022) demonstrou que a *C. tropicalis* é capaz de secretar moléculas sinalizadoras, como (E, E) - farnesol e 2-feniletanol, que modulam sua morfologia e inibem a transição para a forma micelial, aumentando a estabilidade fisiológica e a eficiência em sistemas de tratamento de efluentes contendo óleo (Zhang *et al.*, 2022).

Essa plasticidade morfológica e metabólica reforça o potencial biotecnológico de *C. tropicalis* em processos de biorremediação ambiental. Almeida *et al.* (2021) produziram um biossurfactante glicolipídico a partir de *C. tropicalis* em meio de baixo custo, que reduziu a tensão superficial para 30,4 mN/m e promoveu a remoção de 66,18% e a dispersão de 70,95% de óleo, além de aumentar em 70% a biodegradação por microrganismos autóctones. De forma semelhante, Caldas *et al.* (2024) obtiveram um biossurfactante da mesma espécie que atingiu tensão superficial de 25 mN/m e produção de 7,1 g/L, removendo 97% do óleo aderido às rochas e sem apresentar toxicidade para organismos marinhos. Esses resultados reforçam a eficiência, estabilidade e biocompatibilidade dos biossurfactantes produzidos por *C. tropicalis*,

consolidando-a como uma das espécies mais promissoras para aplicações sustentáveis em biorremediação.

A busca por produtores eficientes e ecológicos também se estende a outros microrganismos. Sena *et al.* (2018) isolaram fungos filamentosos da Amazônia, com *Penicillium* sp. produzindo um biossurfactante estável a altas temperaturas e salinidade. De modo semelhante, Mahmoud *et al.* (2024), no Egito, otimizaram a produção por *Aspergillus* spp., isolados de solo contaminado por resíduos petroquímicos, obtendo glicolípídios que aumentaram a solubilidade de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e removeram óleo lubrificante do solo.

Em conjunto, esses resultados consolidam a importância de leveduras, em particular *C. tropicalis*, como produtoras versáteis de biossurfactantes. A produção em meios de baixo custo, a estabilidade sob condições variáveis e a eficácia na remoção e dispersão de poluentes, aliadas à baixa toxicidade, posicionam essas biomoléculas como alternativas sustentáveis promissoras para a remediação de ambientes impactados por derivados de petróleo.

4. Conclusão

A partir da metodologia empregada para avaliar o potencial biossurfactante de cepas de *C. tropicalis* isolados da água do Rio Negro em área portuária, observou-se que, mesmo em um ambiente naturalmente ácido e de baixa condutividade elétrica — características que refletem a escassez de elementos alcalinos, nutrientes e compostos como fósforo livre, nitrito e nitrato —, há indicativos da presença de microrganismos com potencial biotecnológico relevante. Esses achados reforçam a importância de ampliar as investigações sobre a diversidade microbiana na área portuária do Rio Negro, considerando o expressivo potencial microbiológico da Região Amazônica e a crescente demanda por novas fontes naturais de compostos bioativos e ambientalmente sustentáveis.

Referências

- ALMEIDA, D. G.; SOARES DA SILVA, R. C. F.; MEIRA, H. M.; BRASILEIRO, P. P. F.; SILVA, E. J.; LUNA, J. M.; RUFINO, R. D.; SARUBBO, L. A. Produção, caracterização e formulação comercial de um biossurfactante de *Candida tropicalis* UCP0996 e sua aplicação na descontaminação de poluentes de petróleo. **Processos**, v. 9, n. 5, p. 885, 2021.
- ATASOY, M.; ÁLVAREZ ORDÓÑEZ, A.; CENIAN, A.; DJUKIĆ-VUKOVIĆ, A.; LUND, P. A.; OZOGUL, F.; TRČEK, J.; ZIV, C.; DE BIASE, D. Exploitation of microbial activities at low pH to enhance planetary health. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 48, n. 1, p. 1-29, jan. 2024.
- BADMUS, S. O.; AMUSA, H. K.; OYEHAN, T. A.; SALEH, T. A. Environmental risks and toxicity of surfactants: overview of analysis, assessment, and remediation techniques. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 28, n. 44, p. 62085-62104, nov. 2021.
- BANAT, I.M. Characterization of Biosurfactants and their use in pollution removal-State of art (review). **Acta Biotechnologica**, v. 15, n.3, p:251-267, 1995.
- BANAT, I.M.; MAKKAR R.S.; CAMEOTRA, S.S. Potential commercial applications of microbial surfactants. **Applied Microbiology and Biotechnology**, V. 53, N. 5 P. 495-508, 2000.
- BARBOSA, F. G.; RIBEAUX, D. R.; ROCHA, T.; COSTA, R. A. M.; GUZMÁN, R. R.; MARCELINO, P. R. F.; LACERDA, T. M.; SILVA, S. S. da. Biosurfactants:

- sustainable and versatile molecules. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 8, p. 870-893, 2022.
- BAYONA, J. V. M.; SALVADOR GARCÍA, C.; TORMO PALOP, N.; GIMENO CARDONA, C. Evaluation of a novel chromogenic medium for *Candida* spp. identification and comparison with CHROMagar™ *Candida* for the detection of *Candida auris* in surveillance samples. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 98, n. 4, p. 115168, dez. 2020.
- BRAGA, P.R.; CRUZ, I.L.C.; BARREIROS, G.B.; NOUÉR, S.A.; NUCCI, M. Secular trends of candidemia at a Brazilian tertiary care teaching hospital. **Braz. J. Infect. Dis.** 2018; v. 2, n. 4, p. 273-77, 2018.
- CALDAS, M.C.F.; SILVA, R.R.; MEIRA, H.M.; SILVA, G.S.; SARUBBO, L.A.; LUNA, J.M. Biosurfactant Production using *Candida tropicalis* URM 1150 and its Application in the Bioremediation of Coast Environments Impacted by Oil Spills. **Front. Biosci. (Elite Ed)**, v.16, n. 4, p. 1-10, 2024.
- CÁUPER, L.L.B.; CÁUPER, F.R.M.; MENEZES, N.C.; OLIVEIRA, C.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, P.R.; OLIVEIRA, L.A. Potencial de biodegradação de petróleo por rizobactérias isoladas de solos Amazônicos, usando o indicador diclorofenol indofenol – DCPIP. **Educação Ambiental e Cidadania: Pesquisa e Práticas Contemporâneas**, v. 2, p. 246-256, 2021.
- CORMACK, W. P. M.; FRAILE, E. R. Characterization of a hydrocarbon degrading psychrotrophic Antarctic bacterium. **Antarctic Science**, v. 9, n. 2, p. 150-155, 1997.
- CORSEUIL, H.X.; WEBER, W.J. Jr. Potential biomass limitations on rates of degradation on monoaromatic hydrocarbons by indigenous microbes in subsurface soils. **Wat. Res.**, v.28, p.1415-1423, 1994.
- DAEF, Enas, MOHARRAM, Ahmed ; ELDIN, Salwa Seif. Evaluation of chromogenic media and seminested PCR in the identification of *Candida* species. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 45, n. 1, p. 255–262, 2014.
- HAGLER, A. N.; AHEARN, D. G. **The ecology of aquatic yeasts**. In: ROSE, A. H.; HARRISON, J. S. (ed.). *The yeast*. v. 1. Biology of yeasts. New York: Academic Press, 1987. p. 181-205.
- HANSON, K.G.; DESAI, J.D.; DESAI, A. J. A rapid and simple screening technique for potential crude oil degrading microorganisms. **Biotechnology Techniques**, v. 7, p. 745-748, 1993.
- HUNT, M. E.; RICE, E. W. **Microbiological examination**. In: EATON, A. D. et al. (eds.). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. 21st ed. Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA); American Water Works Association (AWWA); Water Environment Federation (WEF), 2005.
- JAIN, A.; KHAN, H.W.; JAIN, P. Capítulo 6: **Application of biosurfactant as versatile additives or ingredients of food processing**. In: INAMUDDIN, C.O. (Organizador). *Applications of next generation biosurfactants in the food sector*. London: Elsevier, 2023. p.111-32.
- MAHMOUD, Y. A. G.; EL-HALMOUCH, Y. H.; NASR, E. E. et al. Exploring the potential of biosurfactants produced by fungi found in soil contaminated with petrochemical wastes. **Scientific Reports**, v. 14, p. 25733, 2024.
- MOLDES, A. B.; RODRÍGUEZ-LÓPEZ, L.; RINCÓN-FONTÁN, M.; LÓPEZ-PRIETO, A.; VECINO, X.; CRUZ, J. M. Surfactantes sintéticos e bioderivados versus biossurfactantes microbianos na indústria cosmética: uma visão geral. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, p. 2371, 2021.

- MONAPATHI, M. E.; BEZUIDENHOUT, C. C.; JAMES RHODE, O. H. Aquatic yeasts: diversity, characteristics and potential health implications. **Journal of Water and Health**, v. 18, n. 2, p. 91-105, abr. 2020.
- MOHIUDDIN, O.; HARVEY, A. P.; LEDESMA, M. T. O.; VELASQUEZ-ORTA, S. Bioremediation of waste by yeast strains. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 69, p. 30-42, 2024.
- NOUÉR, S.A.; ALVARENGA, S.A.; CARVÃO, L.L.; CASTIÑERAS, A.C.; GUIMARÃES, L.F.; ROCHA, H.L.R.; BARREIROS, M.G.C. Mudança na epidemiologia de candidemia: dados de um hospital de alta complexidade. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 28, n. 3, p. 104392, 2024.
- OLIVEIRA, B.R.M.; BARBOSA, P.S.Z.; LIMONGI, R. Ensaio rápido, simples e confiável para detectar o potencial degradador detriazinas por *Pseudomonas aeruginosa* hidrocarbonoclásticas. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.6, n.1, p. 281-287, jan./feb., 2022.
- RON, E. Z.; ROSENBERG, E. Biosurfactants and oil bioremediation. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 3, p. 249-252, 2002.
- SEGAL-KISCHINEVZKY, C.; ROMERO-AGUILAR, L.; ALCARAZ, L. D.; LÓPEZ-ORTIZ, G.; MARTÍNEZ-CASTILLO, B.; TORRES-RAMÍREZ, N.; SANDOVAL, G.; GONZÁLEZ, J. Yeasts inhabiting extreme environments and their biotechnological applications. **Microorganisms**, v. 10, n. 4, p. 1-26, 2022.
- SENA, H.H.; SANCHES, M.A.; ROCHA, D.F.S.; SEGUNDO, W.OL.P.F.; SOUZA, DE SOUZA, J;V.B. Production of Biosurfactants by Soil Fungi Isolated from the Amazon Forest, **International Journal of Microbiology**, n.1, p. 1-8, 2018.
- SIOLI, H. Studies in Amazonian waters. **Atas do Simpósio sobre a biota amazônica** (Limnologia), v. 3, p. :9-50, 1967.
- SIKKEMA, J.; BONT, J.; POOLMAN, B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. **Microbiological Reviews**, v. 59, p. 201-222, 1995.
- SOUZA, D.B; BRITO, G.C.; VASCONCELOS, C.W.; BRAGA, L.C. Estudo de micro-organismos presentes em uma área contaminada por gasolina comercial. **REA-Revista de Estudos Ambientais** (on line), v. 12, n.2, p. 38-46, jul/dez, 2010.
- TAMURA, T.; ALSHAHNI, M. M.; MAKIMURA, K. Evaluation of CHROMagar™ *Candida* Plus chromogenic agar for the presumptive identification of *Candida auris*. **Microbiology and Immunology**, v. 66, n. 6, p. 292-298, jun. 2022.
- WU, L.; ALMEIDA, L.N.R.; SOLDATI, L.L.; GARCIA, P.G. Leveduras do gênero *Candida* isoladas de hemocultura de pacientes hospitalizados. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 27, n.1, p. 102812, 2023.
- ZHANG, Q.; XIANG, J.; LV, W.; LIU, Y.; SUN, J.; WAN, P.; JIANG, L. Quorum sensing molecules in yeast wastewater treatment and their regulation of yeast cell morphology. **SSRN Electronic Journal**, v. 49, 2022.
- ZUZA-ALVES, D. L.; DE MEDEIROS, S. S.; DE SOUZA, L. B.; SILVA-ROCHA, W. P.; FRANCISCO, E. C.; DE ARAÚJO, M. C. et al. Evaluation of virulence factors in vitro, resistance to osmotic stress and antifungal susceptibility of *Candida tropicalis* isolated from the coastal environment of Northeast Brazil. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 1783, 2016.
- ZUZA-ALVES, D. L.; SILVA-ROCHA, W. P.; CHAVES, G. M. An update on *Candida tropicalis* based on basic and clinical approaches. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1927, 2017.