



AValiação DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE MICRORGANISMOS ASSOCIADOS AOS MUSGOS POLARES

Fernando Fernandes de Carvalho Júnior¹; Marcelo Henrique Soller Ramada²; Kamila Barros Lima de Oliveira²; Thaíssa Pereira Mendes³

¹Ciências Biológicas - Universidade Católica de Brasília;

²Programa de Pós-Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia - Universidade Católica de Brasília;

Farmácia - Universidade Católica de Brasília.

E-mail: fernando.fjunior@a.ucb.br; marcelo.ramada@p.ucb.br; kamilaboliveira@gmail.com; thaissa.mendes@ucb.br.

RESUMO

A Antártica é um dos ambientes mais extremos do planeta, onde poucos grupos vegetais conseguem se estabelecer, sendo os musgos um deles. Embora sua microbiota associada seja pouco explorada, estudos apontam potencial biotecnológico de microrganismos polares na produção de compostos antimicrobianos. Este trabalho teve como objetivo investigar o potencial antimicrobiano de microrganismos associados a musgos polares previamente isolados. Foram selecionados 106 isolados antárticos, submetidos à triagem pela técnica de traço cruzado frente aos patógenos de referência *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*. Cinco isolados, quatro do gênero *Pseudomonas* e um do gênero *Stenotrophomonas*, inibiram o crescimento de *S. aureus*; um isolado reduziu o crescimento de *C. albicans*; e oito isolados do gênero *Pseudomonas* reduziram o crescimento dos três indicadores. Os resultados, embora preliminares, indicam que a microbiota associada aos musgos antárticos é uma fonte promissora de compostos com potencial biotecnológico, reforçando a relevância de novos estudos.

Palavras-chave: Briófitas. Antártica. Bactérias polares. Antimicrobianos. Traço cruzado.

INTRODUÇÃO

As regiões polares apresentam condições ambientais extremas, baixas temperaturas, ventos intensos, escassez de nutrientes e alta exposição à radiação solar que impõem adaptações especiais aos organismos que ali sobrevivem (Comiso, 2010). Poucos grupos vegetais conseguem prosperar nesses ambientes, sendo os musgos um dos principais representantes da vegetação antártica, apesar de ainda pouco explorados quanto ao seu papel na ciclagem de nutrientes e na produção primária (Ball & Virginia, 2014). A Antártica abriga 144 espécies de briófitas descritas, das quais 116 são musgos (Câmara et al., 2021), que estabelecem associação simbiótica com microrganismos essenciais à sua sobrevivência em condições extremas (Raymond, 2015).

Apesar dessa relevância ecológica, a diversidade microbiana associada aos musgos polares permanece pouco conhecida, ainda que se saiba que as comunidades microbianas dessas plantas devem responder às mudanças climáticas em curso (Holland-Moritz et al., 2021). Por outro lado, microrganismos psicrófilos polares desenvolvem defesas metabólicas únicas, o que resulta na biossíntese de moléculas bioativas com potencial biotecnológico e industrial, incluindo compostos antimicrobianos, antioxidantes e enzimas ativas em baixas temperaturas (Karadayi et al., 2023). Essa lacuna de conhecimento a escassez de estudos sobre o potencial antimicrobiano da microbiota associada a musgos antárticos motivou o presente trabalho, que teve como objetivo geral investigar o potencial antimicrobiano de microrganismos associados aos musgos polares previamente isolados e suas possíveis aplicações biotecnológicas.



OBJETIVO

Investigar o potencial antimicrobiano de microrganismos associados aos musgos polares previamente isolados pelo grupo de pesquisa BRIOTECH e suas possíveis aplicações biotecnológicas.

MÉTODO

Foram utilizados 106 isolados do banco de microrganismos antárticos do grupo de pesquisa BRIOTECH, compreendendo bactérias e fungos leveduriformes previamente obtidos a partir de gametófitos de musgos coletados na Antártica, nas Ilhas Shetland do Sul (ilhas Ardley, Rei George, Deception, Robert, Nelson e Livingston). Para o isolamento original desses microrganismos, cada gametófito foi suspenso em solução salina 0,85%, seguido de diluições seriadas que foram inoculadas em meios R2A e Luria Bertani (LB), para bactérias, e em meio BDA e Sabouraud acrescido de cloranfenicol, para fungos. As placas foram incubadas a 15 °C por até duas semanas, selecionando-se aquelas com 20 a 200 UFC, e as colônias com morfologias distintas foram submetidas a repiques sucessivos até a obtenção de culturas puras, posteriormente armazenadas a -80 °C em glicerol 15% para uso nos ensaios subsequentes.

A triagem da atividade antimicrobiana foi realizada pela técnica de traço cruzado (também chamada de estrias cruzadas), conforme proposto por Hossain (2024). Os isolados antárticos foram reativados a partir dos estoques congelados e repicados em ágar R2A, formando um traço central e vertical na superfície do meio, sendo incubados a 15 °C por cerca de duas semanas para permitir seu desenvolvimento e a possível difusão de metabólitos com atividade antimicrobiana. Em seguida, os microrganismos de referência *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Candida albicans* representantes de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e leveduras, respectivamente foram inoculados em traços perpendiculares ao traço central de cada isolado e incubados a 37 °C por aproximadamente dois dias. Ao final desse período, avaliou-se visualmente a presença de regiões de inibição ou redução do crescimento dos microrganismos de referência próximas ao traço do isolado antártico.

RESULTADOS

No teste de antagonismo por traço cruzado, foram avaliados 106 isolados bacterianos da coleção do grupo BRIOTECH, analisando-se seus efeitos sobre os microrganismos indicadores *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*. A inibição foi identificada pela formação de uma região de crescimento reduzido do microrganismo indicador nas proximidades do traço do isolado antártico, observada por comparação visual entre as placas do ensaio.

Cinco isolados apresentaram inibição do crescimento de *S. aureus*: MO4107.1A 1.1, MO4107.1A 1.2, MO4107.1A 2.1, MO4107.1A 2.2 e MO4107.2A 1.1. Desses, quatro foram identificados como pertencentes ao gênero *Pseudomonas*, enquanto o isolado MO4107.1A 1.2 pertence ao gênero *Stenotrophomonas* um resultado notável, já que a literatura aponta que nem todas as cepas desse gênero apresentam atividade antimicrobiana contra *S. aureus* (Crisan et al., 2024), o que sugere uma possível adaptação dessa cepa específica às condições extremas do ambiente antártico.

Para *C. albicans*, apenas o isolado MO41018.1A 3.1 apresentou crescimento visualmente reduzido em comparação às demais placas avaliadas. Embora se trate de um único isolado, esse achado é relevante, pois atividade antifúngica em bactérias de ambientes polares já foi relatada por Shekh et al. (2011), reforçando a hipótese de que a microbiota associada aos musgos antárticos



também possa ser fonte de compostos com ação antifúngica, um aspecto ainda menos explorado do que a atividade antibacteriana.

O resultado mais expressivo, no entanto, foi observado em oito isolados MO4101.1A 3.2, MO4102.1A 8.1, MO4102.1A 8.2, MO41015.2A 6.1, MO41015.2A 6.2, MO41018.1A 1.1, MO41018.1A 3.2 e MO41018.1A 4.1, que apresentaram redução visual simultânea do crescimento dos três microrganismos indicadores (*S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*). Todos esses oito isolados pertencem ao gênero *Pseudomonas*, o que reforça a predominância desse gênero entre os isolados com maior amplitude de atividade antagonista na coleção testada. Esse padrão de inibição de amplo espectro atuando tanto sobre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas quanto sobre leveduras é consistente com relatos de que microrganismos psicrófilos polares desenvolvem defesas metabólicas diversificadas em resposta ao ambiente extremo, resultando na biossíntese de moléculas bioativas com relevante aplicabilidade biotecnológica (Chauhan et al., 2023; Karadayi et al., 2023).

De forma geral, considerando os 106 isolados testados, 13 (aproximadamente 12,3% da coleção utilizada) apresentaram algum padrão de inibição ou redução de crescimento frente a pelo menos um dos microrganismos indicadores, com nítida predominância do gênero *Pseudomonas* entre os isolados ativos. Esse número, embora modesto em relação ao total da coleção, é coerente com o caráter exploratório da triagem inicial e indica que uma fração relevante da microbiota associada aos musgos antárticos possui potencial antimicrobiano a ser mais bem caracterizado.

É importante ressaltar que os resultados obtidos têm caráter qualitativo e preliminar, estando sujeitos a interferências técnicas inerentes ao próprio método de traço cruzado como variações na densidade de inóculo e no tempo de difusão de metabólitos além das limitações impostas pela impossibilidade de dar continuidade às etapas de confirmação (ensaios de difusão em ágar e determinação da concentração inibitória mínima), em razão da reforma do laboratório NB2 da Universidade Católica de Brasília durante o período do projeto. Ainda assim, os achados fornecem indícios consistentes de que a coleção de isolados do grupo BRIOTECH em especial os representantes do gênero *Pseudomonas* constitui um material promissor para a busca de novos compostos antimicrobianos de origem polar.

CONCLUSÃO

A triagem inicial de 106 microrganismos associados a musgos polares indicou que uma parcela dos isolados, com destaque para o gênero *Pseudomonas*, apresenta atividade inibitória ou de redução de crescimento frente a *S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*, sugerindo que a microbiota associada aos musgos antárticos é uma fonte promissora de compostos com potencial biotecnológico. Por se tratarem de resultados preliminares e qualitativos, obtidos em um contexto de limitações metodológicas impostas pela reforma do laboratório da instituição, etapas futuras como ensaios de difusão em ágar, determinação da concentração inibitória mínima e identificação molecular das cepas promissoras são necessárias para confirmar e aprofundar esses achados.

REFERÊNCIAS

- Ball, B. A., & Virginia, R. A. (2014). The ecological role of moss in a polar desert: Implications for aboveground-belowground and terrestrial-aquatic linkages. *Polar Biology*, 37(5), 651-664. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1465-2>
- Câmara, P. E. A. S., Carvalho-Silva, M., & Stech, M. (2021). Antarctic bryophyte research—current state and future directions. *Bryophyte Diversity and Evolution*, 43(1), 221-233. <https://doi.org/10.11646/bde.43.1.16>



- Chauhan, M., Kimothi, A., Sharma, A., & Pandey, A. (2023). Cold adapted *Pseudomonas*: Ecology to biotechnology. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1218708>
- Comiso, J. (2010). Fundamental characteristics of the polar oceans and their sea ice cover. In *Atmospheric and Oceanographic Sciences Library* (pp. 19–71). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-68300-3_2
- Crisan, C. V., Pettis, M. L., & Goldberg, J. B. (2024). Antibacterial potential of *Stenotrophomonas maltophilia* complex cystic fibrosis isolates. *mSphere*, 9(7), e00335-24. <https://doi.org/10.1128/msphere.00335-24>
- Holland-Moritz, H., Stuart, J., Lewis, L. R., Miller, S., Mack, M. C., McDaniel, S. F., & Fierer, N. (2021). The bacterial communities of Alaskan mosses and their contributions to N₂-fixation. *Microbiome*, 9(1), 12–15. <https://doi.org/10.1186/s40168-021-01001-4>
- Hossain, T. J. (2024). Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity: A review of protocols, advantages, and limitations. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 14(2), 97–115. <https://doi.org/10.1556/1886.2024.00035>
- Karadayi, M., Aksu, S., & Gulsahin, Y. (2023). Biotechnological potential of polar microorganisms. In M. Ozdal & S. Gurkok (Eds.), *Biotechnology in action: Unveiling nature's potential* (pp. 151–156). Efe Academy.
- Raymond, J. A. (2015). Dependence on epiphytic bacteria for freezing protection in an Antarctic moss, *Bryum argenteum*. *Environmental Microbiology Reports*, 8(1), 14–19. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.12337>
- Shekh, R. M., Singh, P., Singh, S. M., & Roy, U. (2011). Antifungal activity of Arctic and Antarctic bacteria isolates. *Polar Biology*, 34(1), 139–143. <https://doi.org/10.1007/s00300-010-0854-4>

Financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.