

DIVERSIDADE E BIOPROSPECÇÃO NA CAATINGA: POTENCIALIDADES DO MICROBIOMA CIANOBACTERIANO

Rafael Souza Ferreira¹, Taiara Aguiar Caires²

RESUMO

A Caatinga é um domínio exclusivamente brasileiro que, infelizmente, é frequentemente associada a áreas degradadas ou inóspitas, o que contribui para a subvalorização de sua biodiversidade. Somada à ausência de investimentos em conservação e aos impactos das mudanças climáticas, essa realidade evidencia um cenário que carece de pesquisas voltadas especialmente à sua microbiota. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a diversidade de cianobactérias presentes nas Crostas Biológicas do Solo (CBSs), que constituem um microbioma composto por fungos, bactérias heterotróficas, cianobactérias e outras microalgas, desempenhando papel essencial na estabilidade do solo semiárido, as coletas ocorreram na cidade de Jequié majoritariamente entre fevereiro e setembro de 2025 esses dados evidenciam o potencial da biodiversidade cianobacteriana associado à microbiota da Caatinga.

PALAVRAS-CHAVE: Biocrosta, Biodiversidade, Biotecnologia, Cianobactéria, Nordeste, Semiárido.

DIVERSITY AND BIOPROSPECTING IN THE CAATINGA: POTENTIAL OF THE CYANOBACTERIAL MICROBIOME

ABSTRACT

The Caatinga is a uniquely Brazilian domain that, unfortunately, is often associated with degraded or inhospitable areas, contributing to the undervaluation of its biodiversity. Combined with the lack of investment in conservation and the impacts of climate change, this reality highlights a scenario lacking research focused specifically on its microbiota. In this context, this study aims to characterize the diversity of cyanobacteria present in Biological Soil Crusts (BSCs), which constitute a microbiome composed of fungi, heterotrophic bacteria, cyanobacteria, and other microalgae, playing an essential role in the stability of semiarid soil. Collections took place in the city of Jequié, mostly between February and September 2025. These data highlight the potential of cyanobacterial biodiversity associated with the Caatinga microbiota.

KEYWORDS: Biocrusts, Biodiversity, Biotechnology, Cyanobacteria, Northeast, Semiarid.

¹ Licenciando em Ciências biológicas

² Professora na Universidade Federal da Bahia

INTRODUÇÃO

O domínio geológico da Caatinga constitui um ecossistema semiárido exclusivamente brasileiro, correspondendo a aproximadamente 70% da região Nordeste e abrangendo 13% do território nacional (Alves, 2007). Trata-se de um bioma historicamente pouco investigado em comparação aos demais, cuja biodiversidade foi subestimada por muito tempo em virtude da concepção equivocada de que representaria uma área degradada de outros biomas. Essa visão incorreta contribuiu para uma invisibilidade científica quanto à riqueza desse domínio (Alves, 2007). Conseqüentemente, as ações de conservação permanecem limitadas, uma vez que apenas 2% de sua extensão encontra-se legalmente destinada a unidades de conservação (Leal et al., 2003).

Com as alterações climáticas, a região tem se tornado progressivamente mais árida, o que intensifica processos de desertificação (Leal et al., 2003). Tais modificações impactam não apenas a macrobiota, mas também a microbiota, em especial as cianobactérias, organismos procarióticos fotossintetizantes que, em associação com microalgas, bactérias heterotróficas e fungos, compõem as biocrostas ou crostas biológicas do solo (CBSs). Essas CBSs constituem a camada primária que possibilita o estabelecimento posterior de briófitas, hepáticas e líquens, produtos diretos da sucessão ecológica promovida por essas crostas (Farinha, 2023).

As cianobactérias exercem papel central em seu nicho ecológico, contribuindo para a agregação das partículas no solo, reduzindo a erosão por meio da produção de exopolissacarídeos (Laroche, 2022) e, no caso das heterocitadas, fixando nitrogênio no solo, o que favorece a disponibilidade de nutrientes para colonização subsequente de outros organismos (Upadhyay et al., 2021). Além disso, apresentam elevado potencial para prospecção biotecnológica, sendo empregadas em pesquisas relacionadas à produção de biofertilizantes, fármacos e biocombustíveis (Médice, 2023). Têm ainda relevância como bioindicadores ambientais, a partir da ocorrência ou ausência de determinados gêneros em áreas específicas para sua análise (Muñoz-Martín et al., 2019).

Apesar dessa importância ecológica e econômica, ainda falta investimento em pesquisas sobre a microbiota do solo, com enfoque na biodiversidade e prospecção dos organismos presentes nas CBSs da Caatinga. Assim, o projeto teve como objetivo preencher lacunas do conhecimento acerca da biodiversidade morfofisiológica desses

microrganismos, bem como explorar suas aplicações em prospecções tecnológicas e moleculares, a fim de gerar novos dados relacionados às CBSs da Caatinga.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem

A metodologia da coleta baseou-se em Farinha (2023), traçando-se uma linha de 200m no local desejado e a cada 20-30m sendo coletadas as CBSs. Foram utilizadas espátulas e pinças para coleta das CBSs e tubos Falcon para armazenamento, além do registro de coordenadas e fotografias de cada amostra. Todas as coletas realizadas ocorreram no município de Jequié-BA e em seus distritos, a exemplo de Santa Clara e Santa Rita, regiões características da Caatinga, descritas na Tabela 1.

TABELA 1: Locais de coleta das amostras de crostas biológicas do solo

Quantidade de amostras de CBSs	Município/Distritos	Localidade	Data da coleta
11	Jequié	Pedra do Curral Novo	04/03/2023
1	Jequié	Condomínio Golden Mall	24/08/24
9	Jequié	Zona dos Barris	01/02/2025
10	Jequié/Santa Clara	Lajedo da Santa Clara	03/02/2025
8	Jequié/Santa Rita	Lajedo da Santa Rita	03/02/2025
9	Jequié/Santa Clara	Rio Temporário 1	06/06/2025
4	Jequié/Santa Clara	Lajedo da Santa Clara	06/06/2025
5	Jequié/Santa Clara	Rio Temporário 2	06/06/2025
1	Jequié/Santa Rita	Lajedo da Santa Rita	06/06/2025
8	Jequié	Pedra Santa	19/07/2025

Preparo de meio de cultivo

Conforme o manual de cultivo de cianobactérias publicado por Jacinavicius et al. (2013). O processo iniciou-se com a pesagem dos reagentes das soluções de nutrientes e de metais-traço que seriam utilizadas para o preparo das soluções-estoque. Em seguida, realizou-se a medição do pH do meio e os ajustes necessários, utilizando HCl (ácido clorídrico) para acidificar ou NaOH (hidróxido de sódio) para redução da acidez, de modo a manter o valor em 7,4. Com a solução-estoque pronta, procedeu-se à diluição em água destilada e à posterior esterilização em autoclave. Após a autoclavagem, aguardou-se o resfriamento a uma temperatura inferior a 50°C para a adição da cicloheximida, antibiótico responsável pela inibição do crescimento de eucariotos. Em seguida, o meio foi distribuído em tubos de vidro esterilizados e identificados para uso posterior.

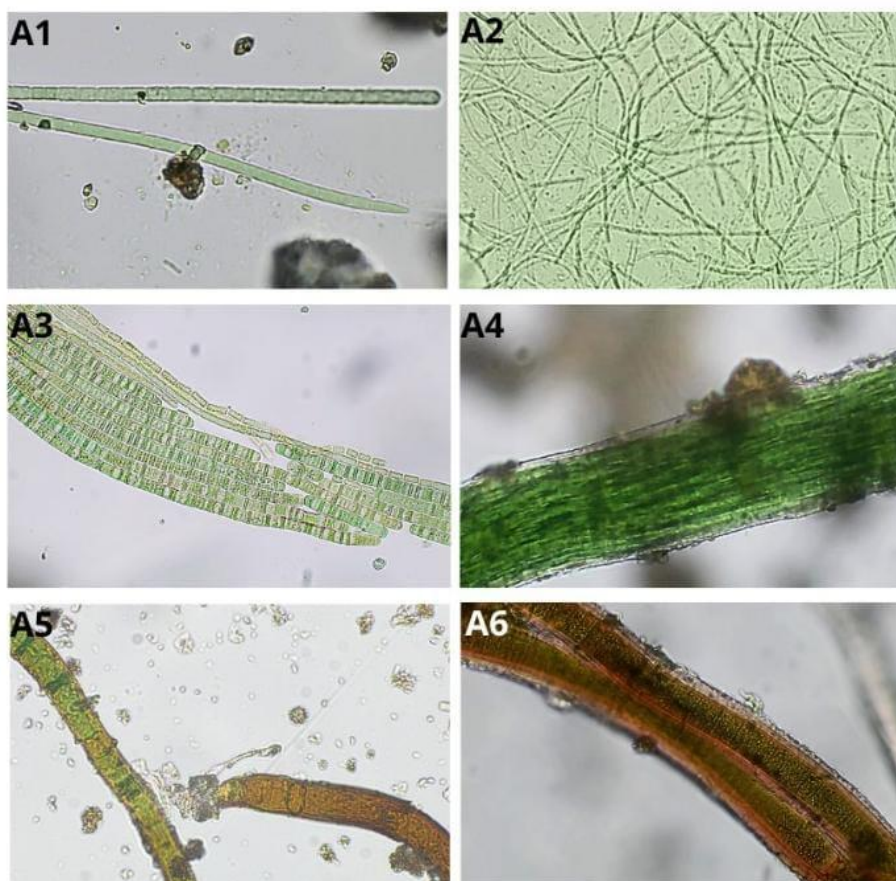
Análise, isolamento e extração de DNA

Foram analisados alguns parâmetros ambientais de cada CBSs, como sombreamento e umidade. Além disso, registraram-se a cor e a tonalidade das CBSs. A morfologia das cianobactérias presentes nas CBSs foi descrita com base em Caires (2013), sendo visualizadas e fotografadas em microscópio óptico. Posteriormente, os filamentos foram isolados por meio de “pescaria”, utilizando pipetas Pasteur e agulhas confeccionadas para esse fim. As amostras foram então transferidas para tubos contendo meio BG-11 e armazenadas em sala de cultivo, sob condições controladas de luz (12h claro: 10h escuro) e temperatura adequadas ao crescimento para, posteriormente, a biomassa ser utilizada nas análises moleculares. A extração de DNA foi feita com o uso do PowerSoil® DNA Isolation Kit (Qiagen) e também foi realizada a PCR com o gene 16S RNAr. A quantificação do DNA foi realizada através do Nanodrop e por visualização em gel de agarose. Todo o procedimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Biotecnologia de Algas e Plantas (LAFBIO) e no Laboratório de Biologia Molecular (LABMOL) no campus II da UESB de Jequié.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 67 amostras de CBSs, das quais 43 foram analisadas, tendo 16 sem quantidade significativa de cianobactérias, e 24 ainda por serem analisadas. Atualmente, foram estabelecidas 115 cepas de cianobactérias não uniespecíficas em cultivo, evidenciando diferentes morfotipos *Leptolyngbya*, *Scytonema*, *Phormidium*, *Trichocoleus* e *Oscillatoria*. Dentre eles, o mais frequente foi o morfotipo *Scytonema*. A Figura 1 evidencia exemplares de todos os morfotipos presentes nas CBSs analisadas.

FIGURA 1: (A1) morfotipo *Phormidium*; (A2) morfotipo *Leptolyngbya*; (A3) morfotipo *Oscillatoria*; (A4) morfotipo *Trichocoleus*; (A5 e A6) morfotipo *Scytonema*.



Com relação às análises moleculares, foi extraído DNA de duas amostras com êxito, SR7-3 e G1. A amostra SR7-3 foi coletada em 03/02/2025 e estava presente em uma CBS de tonalidade escura e cor preta, seca e ausente de sombra e com textura macia formada em pedras, crescendo em associação com outras cianobactérias de morfotipo *Scytonema*. A CBS em que a G1 foi coletada, em 24/08/24, tinha tonalidade escura e cor amarronzada, ocupando a camada superficial de um terreno arenoso, seca e ausente de sombra. As duas amostras isoladas, extraídas e amplificadas, SR7-3 e a G1, apresentaram o morfotipo do gênero *Leptolyngbya*.

Os valores da quantificação da extração do DNA total e da PCR das amostras estão listados abaixo:

Extração do DNA total:

- SR7-3
 - ng/uL= 3,9,
 - A260 = 0.078 e
 - A260/280 = 1,71
- G1
 - ng/uL= 8,5
 - A260 = 0,16
 - A260/280 = 1,72.

A PCR do 16S RNAr apresentou os seguintes resultados:

- SR7-3
 - ng/uL= 132.2
 - A260 = 2.641
 - A260/280 = 1.67
- G1
 - ng/uL= 124.7
 - A260 = 2.493
 - A260/280 = 1.69.

Com o isolamento das outras cepas, o projeto continuará com as análises morfológicas e moleculares, que são fundamentais para entender a biodiversidade presente na região da Caatinga. As coletas realizadas ampliaram o conhecimento em relação à biodiversidade das CBSs e, com o aprimoramento de técnicas no nosso estudo, serão produzidos novos dados sobre a microbiota do semiárido nordestino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas relacionadas à microbiota da Caatinga ainda são escassas, de modo que este trabalho contribui para preencher uma lacuna existente, evidenciando a necessidade de maior investimento e atenção na área. Entretanto, existem dificuldades inerentes ao processo de isolamento das CBSs, tornando-se essencial a manutenção adequada da sala de cultivo, uma vez que pequenos fatores, como a variação de luz ou de temperatura, podem inibir o crescimento. Trata-se de um campo de estudo com grande potencial de aplicação, que pode ser ampliado por meio de investigações mais aprofundadas, como, por exemplo, a produção de biofertilizantes a partir de microrganismos da Caatinga, os quais poderiam auxiliar no manejo do próprio solo, caracterizado por limitações de nutrientes, oferecendo uma alternativa mais sustentável para os produtores rurais da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Jose Jakson. Geoecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 1, 2007.
2. CAIRES, Taiara Aguiar et al. Cianobactérias marinhas bentônicas filamentosas do litoral do Estado da Bahia, Brasil. 2013.
3. FARINHA, Pedro Matos. Caracterização taxonômica de populações de cianobactérias de crostas biológicas da Caatinga. 2023.
4. JACINAVICIUS, FERNANDA RIOS et al. Manual para cultivo de cianobactérias. **São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente**, 2013.
5. LAROCHE, Céline. Exopolysaccharides from microalgae and cyanobacteria: diversity of strains, production strategies, and applications. **Marine drugs**, v. 20, n. 5, p. 336, 2022.
6. LEAL, Inara Roberta; TABARELLI, Marcelo; DA SILVA, José Maria Cardoso (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária UFPE, 2003.
7. LAROCHE, Céline. Exopolysaccharides from microalgae and cyanobacteria: diversity of strains, production strategies, and applications. **Marine drugs**, v. 20, n. 5, p. 336, 2022.
8. MÉDICE, Rhuana Valdetário. **Caracterização e bioprospecção da biomassa de cianobactérias e microalgas presentes em reservatórios de água visando seu potencial biotecnológico**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
9. MUÑOZ- MARTÍN, M. Ángeles et al. Cyanobacterial biocrust diversity in Mediterranean ecosystems along a latitudinal and climatic gradient. **New Phytologist**, v. 221, n. 1, p. 123-141, 2019.
10. UPADHYAY, Divya et al. Molecular aspects and oxygen relations of nitrogen fixation in cyanobacteria. In: **Soil Nitrogen Ecology**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 521-568.