



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

10.24221/jeap.11.1.2026.6683.001-017



Cianobactérias corticícolas em uma área verde urbana

Corticolous cyanobacteria in a green urban area

Jonatas Mota Paulino^a, Watson Arantes Gama Junior^a

^a Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Departamento de Biologia, Área de Botânica, Laboratório de Cianobactérias e Algas-CyA. Rua Dom Manoel de Medeiros, SN, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. CEP: 52171-900. E-mail: jonatas.mota@ufrpe.br, watson.arantes@ufrpe.br.

ARTICLE INFO

Recebido 03 Fev 2024

Aceito 13 Dez 2025

Publicado 06 Jan 2026

ABSTRACT

Corticolous cyanobacterial communities in tropical environments exhibit high structural complexity and taxonomic diversity, yet remain poorly investigated, particularly in Brazil. In this context, the study aimed to characterize the corticolous cyanobacterial community in an urban area of Parque Dois Irmãos, Pernambuco, Brazil. Sampling was conducted during the dry and rainy seasons on three individuals of *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard, using standardized collections from 25 cm² areas of the trunk. Samples were analyzed by optical microscopy, combined with the quantification of photosynthetic pigments and cell density. A total of 21 taxa were identified, including four identified at the genus level, one as *affinis*, three as *conferatur*, and 13 at the species level. Overall, one new record was documented for the state of Pernambuco, two for the Brazilian northeast region, and three for Brazil. The results indicate that community structure is driven by seasonality and trunk orientation, with associations among morphological groups, pigments, and environmental variables determining biofilm composition and biomass. They highlight the high diversity of corticolous cyanobacteria in northeastern Brazil, reinforcing the need for further studies to improve our understanding of biodiversity and the environmental factors structuring these communities in tropical urban environments.

Keywords: Urban areas, Cyanophyceae, tree bark, taxonomy, Brazilian northeast.

RESUMO

Comunidades de cianobactérias corticícolas em ambientes tropicais apresentam elevada complexidade estrutural e diversidade taxonômica, porém permanecem pouco investigadas, especialmente no Brasil. Diante desse cenário, o estudo objetivou caracterizar a comunidade de cianobactérias corticícolas em uma área urbana do Parque Dois Irmãos, em Pernambuco, Brasil. As amostragens foram realizadas nos períodos seco e chuvoso, em três indivíduos de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard, com coletas padronizadas em áreas de 25 cm² do tronco. As amostras foram analisadas por microscopia óptica, além da quantificação de pigmentos fotossintéticos e da densidade de células. Foram identificados 21 táxons, incluindo quatro em nível de gênero (um como *affinis*, três como *conferatur*) e 13 em nível de espécie. Do total, registrou-se uma nova citação para o estado de Pernambuco, duas novas citações para a região Nordeste brasileira e três novas citações para o Brasil. Os resultados evidenciam que a comunidade é estruturada pela sazonalidade e pela orientação do tronco, com associações entre grupos morfológicos, pigmentos e variáveis ambientais que determinam a composição e a biomassa do biofilme. A elevada diversidade de cianobactérias corticícolas no Nordeste brasileiro reforça a necessidade de estudos adicionais para ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade e os fatores ambientais que estruturam essas comunidades em ambientes urbanos tropicais.

Palavras-chave: Áreas urbanas, Cyanophyceae, casca de árvore, taxonomia, Nordeste brasileiro.



Introdução

Os biofilmes aerofíticos fotossintetizantes (BAF) são conglomerados de microrganismos autotróficos e heterotróficos associados a superfícies orgânicas ou não orgânicas (Silva, 2006). No ambiente terrestre, podem crescer sobre diversos substratos, entre eles as cascas de árvores, e são classificados como biofilmes fotossintetizantes corticícolas (Neustupa & Škaloud, 2008). Os principais organismos fototróficos presentes nessas associações são as microalgas verdes (Chlorophyta) (Lemes-da-Silva, 2010; Lüttge & Büdel, 2010) e cianobactérias (Lemes-da-Silva, 2012; Ambika & Krishnamurthy, 2018).

As cianobactérias associadas a substratos corticícolas tendem a apresentar maior diversidade quando comparadas a outros tipos de substrato, conforme evidenciado por Anunciação et al. (2024) em um estudo realizado em um fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco. Nesse estudo, dos 60 táxons identificados, 26 ocorreram em cascas de árvores. Adicionalmente, uma parcela expressiva dos táxons cuja identificação não pôde ser confirmada concentrou-se nesse tipo de substrato, o que corresponde a aproximadamente metade dos registros, o que os autores atribuem ao conhecimento ainda incipiente sobre a biodiversidade de cianobactérias corticícolas, associado ao reduzido esforço amostral direcionado a esse ambiente.

A elevada diversidade de cianobactérias em troncos de árvores pode estar associada à biorreceptividade das cascas ao desenvolvimento desses organismos. Estudos como os de Neustupa & Škaloud (2010) e Štifterová & Neustupa (2015) demonstraram que fatores como microfissuras, rugosidade, porosidade e pH podem influenciar e potencializar o crescimento, a fixação e a manutenção dessas comunidades.

Devido à sua íntima interação com o ambiente e à elevada plasticidade fenotípica, as cianobactérias são fundamentais para a

estruturação do biofilme (Stal, 2007). Em ambientes subaéreos, onde estressores ambientais e a escassez de recursos são potencializados, elas desenvolveram mecanismos morfofisiológicos que lhes permitem colonizar ambientes terrestres (Singh, Häder & Sinha, 2010; Zorina et al., 2011). A exemplo disso, podemos citar a produção de substâncias poliméricas extracelulares (EPS - *Extracellular Polymeric Substances*), que podem reduzir a perda de água e proteger as células dos estressores ambientais, a produção de pigmentos fotoprotetores que vão reduzir os danos ocasionados pela incidência direta da radiação UV (Pereira, Mota & Tamagnini, 2013; Araújo, 2014) e a modulação de pigmentos, que facilita a captação de luz em diferentes ambientes (Stal, 2007). Essas características sustentam não apenas a comunidade de cianobactérias no BAF, mas também toda a biota associada, além de conferir a esse grupo o perfil de colonizadores primários (Crispim, 2003).

Considerando a importância ecológica das cianobactérias para comunidades microbiológicas aerofíticas e a concentração da maioria dos estudos brasileiros nas regiões Sul e Sudeste (e.g. Lemes-da-Silva et al. 2010; Lemes-da-Silva et al. 2012), com escassez de pesquisas no Nordeste, especialmente em Pernambuco, este estudo objetivou realizar um levantamento taxonômico e análises ecológicas da comunidade de cianobactérias associadas à casca de árvores de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard em área urbana, visando ampliar o conhecimento sobre sua ocorrência e dinâmica populacional.

Material e Métodos

Coleta

A área de coleta foi selecionada no interior do Campus-Sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), situado na zona urbana do bairro de Dois Irmãos, no município do Recife, no estado de Pernambuco, Brasil (Latitude: 8°00'45"S; Longitude: 34°57'03"W) (Figura 1).

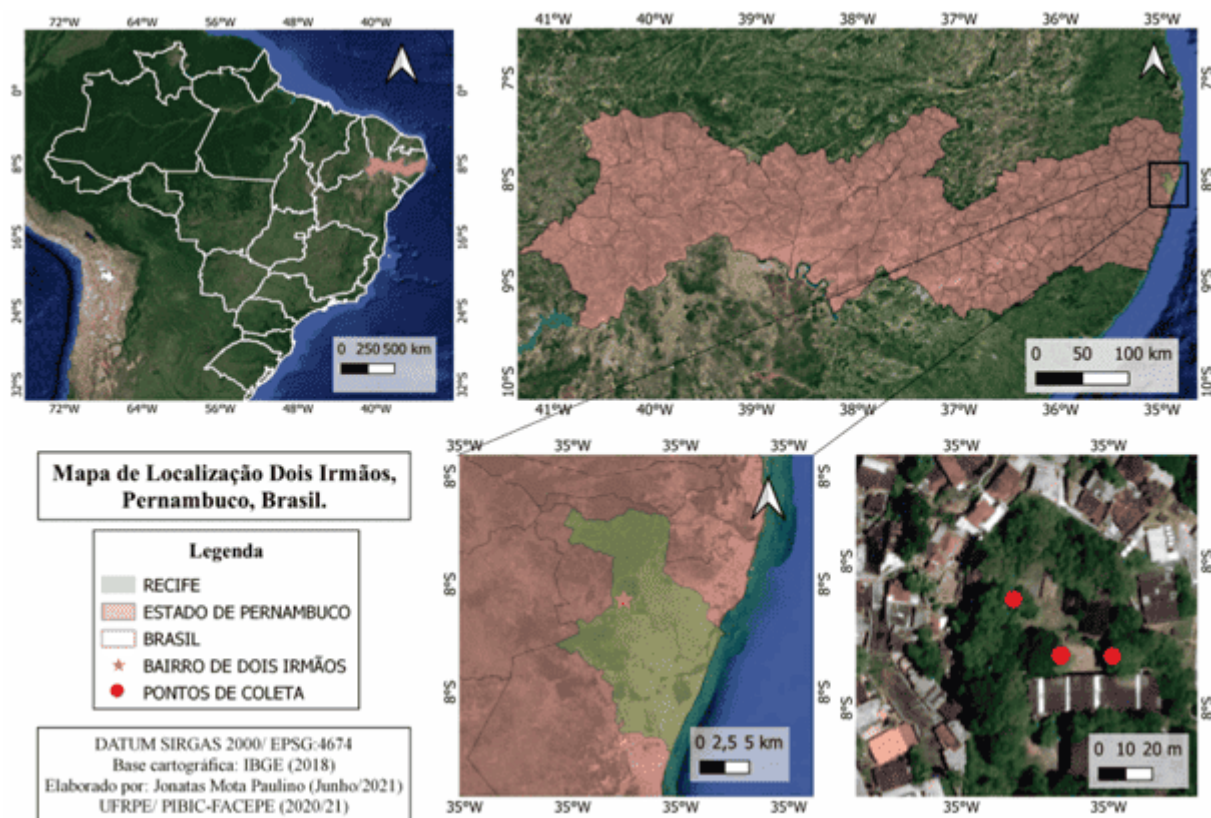


Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta de cianobactérias em Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Na área de coleta, foram selecionados três espécimes de *C. fairchildiana*, que serviram como réplicas. As árvores foram escolhidas por serem da mesma espécie, estarem localizadas em áreas não sombreadas (fora de mata), serem plantas maduras, com tronco lenhoso e diâmetro à altura do peito (DAP) similar entre si, além de estarem separadas por intervalos de, em média, 50 m.

Cada árvore teve seu tronco subdividido em três regiões/alturas: i) Baixo: 15 cm acima do solo ou de onde se iniciam as raízes; ii) Meio: 1,65 m acima do solo definido como a metade do valor obtido entre o ponto i e iii; e iii) Alto: região onde se iniciam as ramificações dos galhos da copa, em média 3,15 m acima do solo.

Na coleta de amostras de cianobactérias, foram consideradas as duas faces da árvore (Leste e Oeste – sol nascente e sol poente, respectivamente), realizadas no período seco (novembro/2020) e no chuvoso (março/2021), totalizando 36 amostras. Em cada árvore, foram realizadas três raspagens, efetuadas em diferentes alturas do tronco (baixa, média e alta) e em faces distintas (leste e oeste), utilizando um molde com área de 25 cm², com auxílio de espátulas e de água destilada para o umedecimento do biofilme.

Das três amostras obtidas, uma foi destinada à análise tipológica/morfológica, acondicionada em sacos de papel e seca à temperatura ambiente; outra foi direcionada à

contagem de indivíduos, sendo armazenada em frascos de polietileno contendo 100 mL de formol a 4%; e a terceira foi destinada às análises de pigmentos, acondicionada em sacos de papel e mantida sob refrigeração a -20°C até a realização das análises.

Os fatores abióticos (pH, luz e temperatura) foram mensurados no dia da coleta das amostras, ao longo de um dia, desde o nascer até o pôr do sol, com intervalos de 1 hora, em cada uma das árvores, nas diferentes alturas (I, II e III) e nos diferentes lados (leste e oeste). Para a análise de dados abióticos, utilizamos um Termo-Higroanemômetro-Luxímetro Digital - LM800 e um termômetro tipo espeto para mensurar a temperatura da superfície (Incoterm 6132). Para a análise de pH, foram utilizadas as amostras destinadas às análises qualitativas (contagem). Antes da fixação com formol 4%, a amostra foi diluída em 100 mL de água ultrapura, homogeneizada e imediatamente analisada no potenciômetro.

Análise tipológica e taxonômica

Para análises tipológicas, antes do tratamento das amostras, o material (cada amostra) foi reidratado em água destilada por 24 h. Em seguida, foram montadas, em média, cinco a sete lâminas por amostra, que foram visualizadas em microscópio óptico (Zeiss Axioplan Carl Zeiss,

AxioVision, Rel. 4.8.2). Os indivíduos foram fotografados com câmera acoplada (CMOS 5MP), usando o programa ImageView (Versão 4.10.17118). As medidas foram obtidas a partir da análise de, no mínimo, 30 indivíduos de cada população, utilizando o programa AxioRel 4.8. As identificações foram realizadas com base na literatura relevante à taxonomia de cianobactérias (e.g., Komárek, 1998; Komárek, 2005; Komárek, 2013), seguindo o sistema de classificação proposto por Strunecký et al. (2022). Após as análises morfológicas, as amostras foram tombadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A verificação da distribuição dos táxons identificados no Brasil foi realizada com base em buscas diretas nas plataformas digitais nacional Flora e Funga do Brasil – REFLORA (floradobrasil.jbrj.gov.br) e internacional Algaebase (algaebase.org).

Na identificação taxonômica, *affinis* (*aff.*) foi utilizado para espécimes com alta similaridade morfológica a uma espécie descrita, mas com habitat e ocorrência muito distintos, caracteres diagnósticos que impediram a confirmação em nível específico. O termo conferatur (*cf.*) foi empregado quando os espécimes apresentaram apenas afinidade morfológica geral com uma espécie descrita, o que evidencia maior incerteza taxonômica e a necessidade de comparações adicionais ou de análises complementares.

Contagem de indivíduos

A quantificação foi realizada por meio da determinação do número de células por unidade de área raspada ($\text{indivíduos} \cdot \text{cm}^{-2}$), conforme o método de sedimentação de Utermöhl (1958), com adaptações descritas por Sophia (1999), utilizando a Equação 1.

$$\text{ind. ml} - 1 = \frac{\text{nº de indivíduos contados}}{\text{Volume do campo} \times \text{Nº de campos}} \quad \text{Eq.(1)}$$

onde: volume do campo = área do campo \times altura da câmara de sedimentação, aplicado à Equação 2.

$$\text{ind. cm} - 2 = \frac{\text{nd.ml} - 1 \times \text{volume diluído}}{\text{Área raspada}} \quad \text{Eq.(2)}$$

A contagem foi feita por meio de enumeração de campos aleatórios, conforme descrito por Sophia (1999), em microscópio invertido, com aumento de 400 \times .

Leitura de pigmentos

As análises de ficobiliproteínas e de clorofila *a* foram realizadas conforme os protocolos descritos por Ribeiro (2012) e Lawton

et al. (1999). As amostras foram maceradas em nitrogênio líquido, submetidas à extração em tampão fosfato (pH 5,5), homogeneizadas e centrifugadas. As ficobiliproteínas foram quantificadas por espectrofotometria e, posteriormente, a clorofila *a* foi extraída em etanol absoluto, mantida em escuro por 24 h e quantificada por leituras espectrofotométricas em amostras acidificadas e não acidificadas.

Para calcular as concentrações das ficobiliproteínas (Aloficocianina (AFC, Ficocianina (FC) e Ficoeritrina (FE)) e Clorofila *a*, foram usadas as Equações 3-5.

$$\text{AFC} = 181,3. A_{651} - 22,3. A_{614} \quad \text{Eq.(3)}$$

$$\text{FC} = 151,1. A_{614} - 99,1. A_{651} \quad \text{Eq.(4)}$$

$$\text{FE} = 155,8. A_{498} - 40,0. A_{614} - 10,5. A_{651} \quad \text{Eq.(5)}$$

onde A_{651} , A_{614} e A_{498} correspondem às absorvâncias medidas nos comprimentos de onda de 651 nm, 614 nm e 498 nm, respectivamente. Para calcular a concentração de clorofila *a* por amostra, utilizou-se a Equação 6.

$$\text{Clh } a = \frac{29,62 (665a - 665b) \times V_e}{V_s \times l} \text{ mg. m}^{-3} \quad \text{Eq.(6)}$$

onde V_e corresponde ao volume do extrato etanólico (mL), V_s ao volume da amostra raspada (25 cm^2) e l ao comprimento do caminho óptico da cubeta (cm).

Análises estatísticas

Para comparar as diferenças de pigmentos, clorofila e variações abióticas entre os lados (leste e oeste) e as alturas (baixo, médio e alto) foram utilizados o Teste-T e ANOVA *one-way* (utilizando Tukey como teste a posteriori), respectivamente. Quando os dados não apresentaram distribuição normal, utilizou-se a análise não paramétrica correspondente. Essas análises foram realizadas no programa Graphpad PRISM 8.0. Para avaliar a relação entre as concentrações de fotopigmentos e os dados abióticos, aplicou-se a correlação de Pearson. Para avaliar como as densidades de cianobactérias se relacionavam com as variáveis ambientais e os pigmentos, foi realizada uma Análise de Redundância (RDA). Essas análises foram realizadas no programa R (x64 4.1.0).

Resultados e Discussão

As análises taxonômicas revelaram a ocorrência de 21 táxons de cianobactérias nas árvores amostradas, considerando os períodos seco e chuvoso e as faces leste e oeste do tronco (Tabela

1). Esses táxons foram identificados em diferentes níveis taxonômicos, incluindo gênero, *affinis*,

conferatur e espécie, o que reflete a diversidade e a complexidade da comunidade registrada.

Tabela 1. Relação de *taxa* encontrados nos lados leste e oeste das árvores, durante as coletas nos períodos seco (novembro/2020) e chuvoso (março/2021), em Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Taxa identificados	Lados da árvore		Período de coleta	
	Leste	Oeste	Seco	Chuvoso
Ordem Chroococcales				
<u>FAMÍLIA CHROOCOCCACEAE</u>				
<i>Pseudocapsa</i> sp.	X	X	X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>subviolaceus</i>		X	X	X
<u>FAMÍLIA MICROCYSTACEAE</u>				
<i>Aphanothece densa</i>	X		X	X
<i>Aphanothece excentrica</i>	X	X	X	X
<i>Aphanocapsa</i> sp.	X	X		X
Ordem Chroococciopsidales				
<u>FAMÍLIA CHROOCOCCIDIOPSIDACEAE</u>				
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i>	X	X	X	X
<i>Gloeocapsa cordae</i>	X		X	X
<i>Gloeocapsa compacta</i>	X	X	X	X
<i>Gloeocapsa stegophila</i>	X	X	X	X
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.	X	X	X	X
<i>Chlorogloea</i> aff. <i>novacekii</i>	X	X	X	X
Ordem Leptolyngbyales				
<u>FAMÍLIA TRICHOCOLEUSACEAE</u>				
<i>Schizothrix</i> sp.	X	X	X	X
Ordem Oscillatoriales				
<u>FAMÍLIA MICROCOLEACEAE</u>				
<i>Porphyrosiphon notarisii</i>	X	X	X	X
<i>Microcoleus</i> cf. <i>vulgaris</i>	X	X	X	X
<i>Lyngbya</i> cf. <i>truncicola</i>		X	X	
<i>Leibleinia porphyrosiphonis</i>	X	X	X	X
Ordem Nostocales				
<u>FAMÍLIA NOSTOCACEAE</u>				
<i>Nostoc interbryum</i>	X	X	X	X
<u>FAMÍLIA SCYTONEMATACEAE</u>				
<i>Scytonema javanicum</i>	X	X	X	X
<i>Brasilonema roberti-lamii</i>	X	X	X	X
<i>Brasilonema bromeliae</i>	X			X
<u>FAMÍLIA STIGONEMATACEAE</u>				
<i>Stigonema corticola</i>	X		X	X
TOTAL = 21	19	17	19	20

As análises estatísticas dos dados abióticos indicaram constância, com variações significativas restritas a poucos parâmetros. Entre os períodos seco e chuvoso, apenas a umidade relativa do ar diferiu significativamente ($p < 0,0001$), apresentando valores mais elevados no período chuvoso. Em relação às faces leste e oeste, somente a luminosidade apresentou variação significativa ($p = 0,0037$), com maior incidência na face leste das árvores. Quanto aos pigmentos fotossintéticos, apenas a ficocianina diferiu significativamente entre os períodos, apresentando concentrações mais altas no período chuvoso ($p < 0,0001$). Entre

as faces, a ficocianina ($p < 0,0001$) e a ficoeritrina ($p < 0,0008$) apresentaram concentrações significativamente maiores na face leste, indicando influência direta da luminosidade sobre a biomassa cianobacteriana no substrato lenhoso. Não foram observadas variações significativas entre as diferentes alturas do tronco nos parâmetros abióticos e nos pigmentos analisados (Material Suplementar 1, 2 e 3).

A literatura demonstra de forma consistente que a síntese de ficobiliproteínas em cianobactérias é fortemente modulada por fatores ambientais, especialmente pela disponibilidade e

intensidade da luz, o que se deve a mecanismos de fotoaclimação (Grossman, 1993). Estudos experimentais indicam que o aumento da luminosidade pode promover variações na composição das ficobiliproteínas, incluindo o aumento de determinados pigmentos. Nesse contexto, Gallina, Caires & Cortés (2024) observaram um aumento na concentração de ficoeritrina em *Leptolyngbya* sp., uma linhagem aquática isolada de corpos d'água brasileiros. De forma semelhante, Ma et al. (2015) relataram aumento nos teores de aloficocianina e ficoeritrina em experimentos conduzidos com *Nostoc sphaeroides* isolado da província de Hubei, na China.

Embora estudos com linhagens aquáticas tenham relatado respostas contrastantes às observadas neste estudo, os achados aqui apresentados sugerem que, em condições naturais e não extremas de luz, a luminosidade atua como fator positivo para o acúmulo de ficobiliproteínas e para o aumento da biomassa cianobacteriana em biofilmes aerofíticos corticícolas. Esses resultados corroboram a ideia de que a resposta pigmentar decorre de um equilíbrio entre o estímulo luminoso e a capacidade de aclimação das cianobactérias ao microambiente.

A riqueza e a composição dos táxons de cianobactérias corticícolas evidenciaram padrões claros associados à sazonalidade e à orientação das faces das árvores. Considerando os períodos seco e chuvoso e as faces leste e oeste, foram registrados 21 táxons no total (Tabela 1), com destaque para a ordem Nostocales, que apresentou o maior número de famílias (Nostocaceae, Scytonemataceae e Stigonemataceae), e para a ordem Chroococcidiopsidales, que concentrou o maior número de táxons, todos pertencentes à família Chroococcidiopsidaceae, totalizando seis.

O gênero *Gloeocapsa* foi o mais representativo, com quatro espécies, incluindo *G. cordae* e *G. kuetzingiana*, registradas como novas citações no Brasil e no Nordeste, respectivamente. *Porphyrosiphon notarisii* foi a espécie mais recorrente nos períodos seco e chuvoso (Material suplementar 3). Em relação ao gradiente sazonal, *Aphanocapsa* sp. e *Brasilonema bromeliae* foram exclusivas do período chuvoso, enquanto *Lyngbya* cf. *truncicola* ocorreu apenas no período seco.

Quanto à orientação, quatro táxons foram exclusivos da face leste (*G. cordae*, *Aphanothece densa*, *Stigonema corticola* e *B. bromeliae*) e dois da face oeste (*Chroococcus* cf. *subviolaceus* e *L.* cf. *truncicola*), possivelmente em função da maior incidência luminosa recebida pela face leste ao longo do dia.

A análise de redundância (RDA) evidenciou padrões distintos de associação entre os grupos morfológicos de cianobactérias (cocoides, homocitadas e heterocitadas), os pigmentos fotossintéticos e as variáveis ambientais. As formas cocoides e heterocitadas apresentaram maior associação com ficoeritrina, aloficocianina e luminosidade, enquanto as homocitadas exibiram uma distribuição mais ampla no gradiente ambiental, relacionando-se a maiores concentrações de clorofila *a* e de ficoeritrina, além da temperatura de superfície e da umidade relativa do ar. Entre os táxons de maior densidade, *P. notarisii* (homocitada) e *Pseudocapsa* sp. (cocoide) associaram-se mais estreitamente ao pH; *Phormidium* sp. (homocitada) apresentou forte relação com a clorofila *a*, sugerindo contribuição expressiva desse táxon para a biomassa fotossintetizante do biofilme; *Gloeocapsa lignicola* (cocoide) associou-se à aloficocianina; e *S. corticola* (heterocitada) relacionou-se principalmente à ficoeritrina (Figura 2).

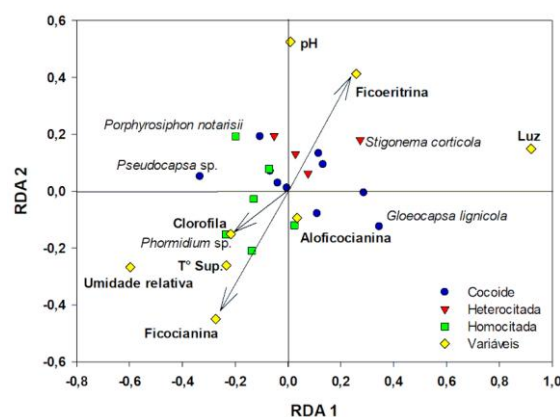


Figura 2. Análise de Redundância (RDA) que evidencia as relações entre os grupos morfológicos de cianobactérias (cocoides, homocitadas e heterocitadas), as variáveis ambientais e os pigmentos fotossintéticos. Fonte: Paulino & Gama (2024).

A organização da comunidade de cianobactérias neste estudo não foi aleatória, corroborando a ideia de filtragem ambiental proposta por Štifterová & Neustupa (2015). O pH da casca e a luminosidade atuaram como os principais seletores: enquanto o pH influenciou táxons como *P. notarisii*, a maior incidência de luz na face leste favoreceu o acúmulo de pigmentos e a presença exclusiva de espécies como *S. corticola*. Adicionalmente, os mesmos autores sugerem que uma média de nove táxons por árvore representa uma alta riqueza, aproximando-se dos valores esperados para os trópicos. Os resultados aqui apresentados (média de 8 táxons por árvore)

alinham-se a essa perspectiva quanto à potencial diversidade local.

A correlação de Pearson complementou os resultados da RDA ao quantificar estatisticamente as associações entre a densidade total de cianobactérias, os pigmentos e as variáveis ambientais. Observou-se correlação positiva e significativa entre a densidade total de cianobactérias e o pH ($p < 0,05$). Adicionalmente, a alofococianina apresentou correlação significativa com a temperatura de superfície, a ficoeritrina com a incidência luminosa e a ficocianina com a umidade relativa do ar e com as concentrações de alofococianina, indicando interdependência entre os pigmentos do complexo de ficobiliproteínas e reforçando a influência integrada das condições ambientais sobre a estrutura dos pigmentos do biofilme (Figura 3).

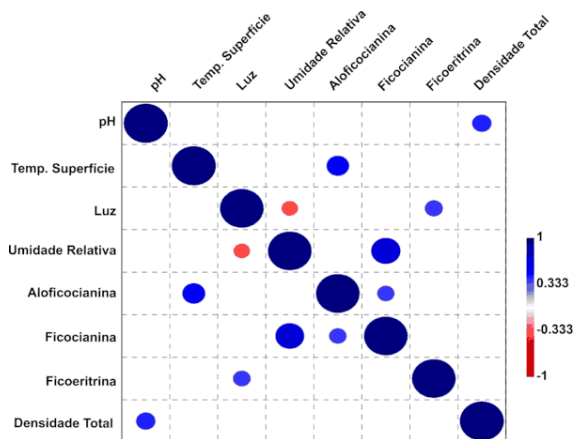


Figura 3. Correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e a densidade total de cianobactérias, indicadas por círculos, com correlações estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Fonte: Paulino & Gama (2024).

As descrições, ilustrações, material examinado e indicação do status de ocorrência desses taxa estão apresentados a seguir.

Ordem Chroococcales Schaffner (1922)

Família Chroococcaceae Rabenhorst (1863)

Pseudocapsa sp.

Colônias microscópicas esféricas, de 19,01 a 28,40 μm de diâmetro, sem subcolônias. Bainha colonial firme, lisa, conspícua, hialina e fina. Células densamente agrupadas, aleatoriamente ou dispostas radialmente, esféricas ou irregulares, dentro das colônias, alcançam 4,27-9,28 μm de diâmetro, e fora das colônias, 3,5-12,28 μm . Conteúdo celular granuloso, verde-oliva ou verde-acinzentado (Figura 4). Voucher herbário: PEUFR56387, PEUFR56388.

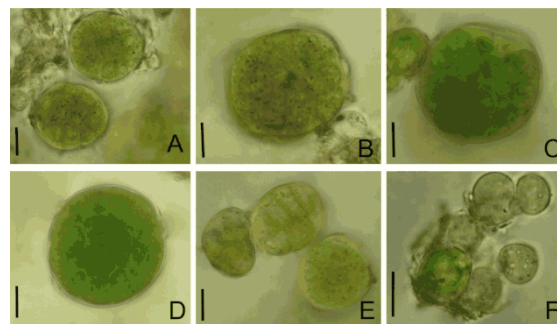


Figura 4. Imagens de *Pseudocapsa* sp.: A-B. Colônias maduras com células nitidamente heterogêneas; C. Colônia madura com células homogêneas; D. Colônia madura com células dispostas radialmente em seu interior; E. Colônias jovens agregadas; F. Células isoladas, crescendo fora da colônia. Barras: 10 μm . Fonte: Paulino & Gama (2024).

Chroococcus cf. *subviolaceus* (Wille) Gama, Laughinghouse IV & Sant'Anna (2014)

Colônias pequenas, 2-4 células. Bainha colonial firme, lisa, inconspícua, lamelada (2-3), justaposta às células, hialina. Células hemisféricas, envelopadas, de 9,26 a 22,25 μm de diâmetro. Conteúdo heterogêneo com grânulos visíveis, lilás-acinzentados. Embora a população analisada corresponda às características morfológicas de *C. subviolaceus*, apresentadas por Gama et al. (2014), a população registrada aqui difere ecologicamente quanto ao hábitat, uma vez que a espécie é descrita inicialmente como epilítica. Por essa razão, não confirmamos a identificação específica (Figura 5). Voucher herbário: PEUFR56399, PEUFR56400.

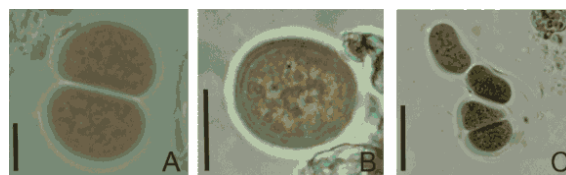


Figura 5. Imagens de *Chroococcus* cf. *subviolaceus*: A. Células em processo de divisão; B-C. Células altamente granuladas. Barras: 10 μm . Fonte: Paulino & Gama (2024).

Família Microcystaceae Elenkin (1933)

Aphanothece densa N. M. Lemes da Silva, L. H. Zanini Branco & O. Necchi Jr. (2013)

Colônias microscópicas disformes, sem subcolônias. Bainha colonial difluente, lisa, inconspícua, hialina. Células dispersas, esféricas, envelopadas, de 1,68 a 3,24 μm de diâmetro. Conteúdo celular verde-oliva ou verde-azulado (Figura 4A). Voucher herbário: PEUFR56405, PEUFR56406.

Aphanothece excentrica N. M. Lemes da Silva, L. H. Zanini Branco & O. Necchi Jr. (2013).

Status de ocorrência: nova citação para Pernambuco, Brasil

Colônias esféricas, sem subcolônias. Bainha colonial firme, lisa, conspícua, hialina ou ligeiramente amarelo-alaranjada. Células esféricas, de 2,68 a 5,05 µm de diâmetro. Conteúdo celular heterogêneo com grânulos visíveis, verde-acinzentados (Figura 6). Voucher herbário: PEUFR56407, PEUFR56408.

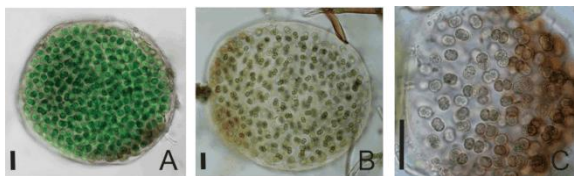


Figura 6. Imagens de *Aphanothece densa*: A. Colônia madura com pigmentação amarelada na bainha; *A. excentrica*: B-C. Colônias maduras. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Aphanocapsa sp.

Colônias esféricas ou ovais, de 32,76 a 45 µm de diâmetro. Bainha colonial firme ou difluente, lisa, conspícua e hialina. Células esféricas, de 6-10,52 µm de diâmetro. Conteúdo celular homogêneo ou heterogêneo com poucos grânulos visíveis de verde-oliva. Células de resistência ausentes (Figura 7). Voucher herbário: PEUFR56401, PEUFR56402.

A população analisada apresentou um número reduzido de indivíduos, todos na mesma fase do ciclo de vida, o que dificultou a identificação em nível específico.

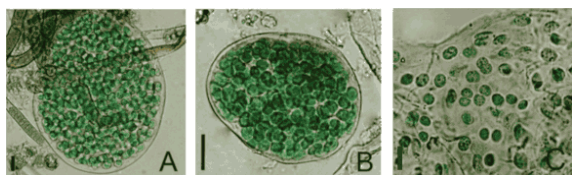


Figura 7. Imagens de *Aphanocapsa* sp.: A-B. Colônias adultas; C. Colônia adulta com bainha difluente. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Ordem Chroococciopsidales J. Komárek, Kaštovský, J. Mares & J. R. Johansen (2014)

Família Chroococciopsidaceae Geitler ex Büdel, Donner & F. Kauff (2012)

Gloeocapsa kuetzingiana Nägeli ex Kützinger (1849)

Status de ocorrência: nova citação para o Nordeste brasileiro

Colônias macroscópicas, compostas por subcolônias de 2 a 8 células. Bainha colonial difluente, gelatinosa, hialina, amarelada ou amarronzada. Células agrupadas em colônias, esféricas, de 5,19-6,37 µm de diâmetro, com envelope individual presente, hialino ou levemente

amarelo-acastanhado. Conteúdo heterogêneo, com grânulos visíveis, de verde-oliva ou verde-acinzentado (Figura 8). Voucher herbário: PEUFR56395, PEUFR56396.

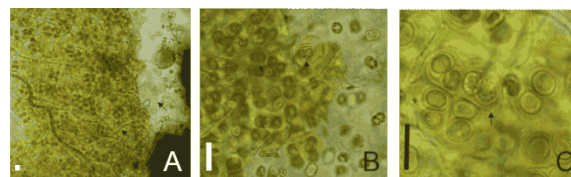


Figura 8. Imagens de *Gloeocapsa kuetzingiana*: A. Biofilme com diferentes colorações (setas); B. Células esféricas com divisão em dois planos (seta); C. Colônias maduras, com bainhas visíveis (setas). Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Gloeocapsa cordae Guiry (2017)

Status de ocorrência: nova ocorrência no território brasileiro.

Colônias esféricas ou irregulares, com diâmetro de 16,10–120,30 µm. Bainha firme ou difluente, lisa, conspícua ou inconspícua, hialina. Células esféricas ou levemente elípticas, 7,06–10,92 µm de diâmetro. Envelope individual presente, fino, justaposto à célula, hialino a fortemente enegrecido. Conteúdo celular homogêneo verde-oliva. Células de resistência presentes (Figura 9). Voucher herbário: PEUFR56391, PEUFR56392.

As dimensões celulares dos organismos aqui analisados apresentaram semelhança morfológica com *G. lignicola* Rabenhorst (1865), conforme a descrição de Komárek (1998), com variação apenas no diâmetro celular, que foi ligeiramente menor na população analisada (3-6 µm). Contudo, *G. lignicola* foi a princípio sinonimizada com *G. violacea* (Corda) Rabenhorst (1865) e, posteriormente, com *G. cordae* Guiry (2017); por isso, o último nome foi adotado como identidade taxonômica da população analisada. Mesmo consideradas sinônimas, essas espécies divergem ecologicamente quanto ao habitat: *G. violacea* e *G. cordae* são espécies litóficas, enquanto *G. lignicola* é epífita.

Considerando essa característica, o material aqui encontrado é mais semelhante a *G. lignicola*. Embora essas espécies tenham sido sinonimizadas, supomos que essa sinonimização não se sustenta, uma vez que espécies com ecologia distinta, embora apresentem caracteres morfológicos semelhantes, têm demonstrado grandes divergências genéticas, sendo esse o principal critério para a separação de taxa em cianobactérias atualmente (Dvořák et al. 2015). Estudos genéticos futuros são necessários para confirmar essa hipótese.

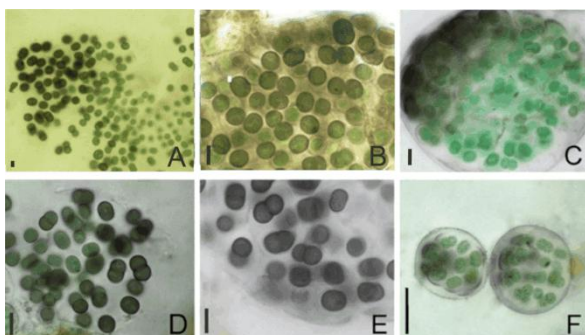


Figura 9. Imagens de *Gloeocapsa cordae*: A. Colônia madura; B. Colônia com células de resistência; C. Colônia madura com bainha conspicua e firme; D. Colônia madura com bainha inconspícua e diflúente; E. Envelope mucilaginoso individual fortemente pigmentado; F. Colônias jovens. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Gloeocapsa compacta Kützinger (1845)

Colônias microscópicas alongadas, esféricas ou irregulares, com diâmetro de 10,79-25,02 µm, sem subcolônias. Bainha firme, lisa, conspicua, quando jovem, hialina e, quando madura, fortemente enegrecida. Células densamente agrupadas, esféricas ou irregulares, com diâmetro de 2,38-7,78 µm. Conteúdo celular homogêneo, de verde-oliva ou verde-acinzentado (Figura 8). Voucher herbário: PEUFR56389, PEUFR56390.

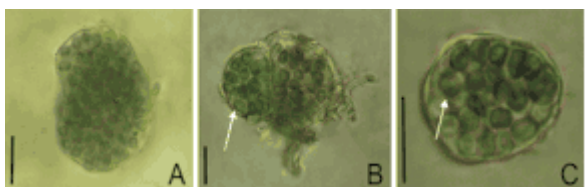


Figura 10. Imagens de *Gloeocapsa compacta*: A. Colônia madura; B. Colônia jovem (seta); C. Envelope mucilaginoso individual (seta). Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Gloeocapsa stegophila (Itzigsohn) Rabenhorst (1863)

Basônimo: *Monocapsa stegophila* Itzigsohn (1853)

Colônias esféricas ou irregulares de 24,94-71,71 (107,09) µm de diâmetro, com 2-8 subcolônias compostas por 2-4 células cada. Bainha colonial firme, lisa, conspicua ou levemente pontuada, hialina até vermelha alaranjada. Células esféricas ou arredondadas, de 5-6,85 µm de diâmetro, com mucilagem individual. Envelope individual levemente lamelado, hialino a fortemente alaranjado. Conteúdo celular heterogêneo, com grânulos visíveis, de verde-azulado. Reprodução por dissociação das colônias

e subcolônias (Figura 11). Voucher herbário: PEUFR56393, PEUFR56394.

A espécie foi listada por Komárek (1998) como um morfotipo possivelmente idêntico a *G. haematodes*. Essas espécies podem ser diferenciadas pelo *habitat*: rochas e solos para *G. haematodes* e troncos de árvore para *G. stegophila*.

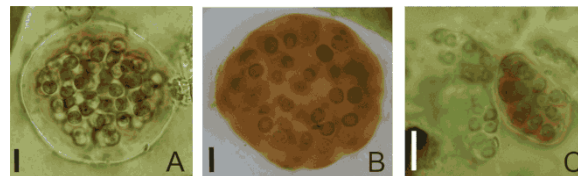


Figura 11. Imagens de *Gloeocapsa stegophila*: A-B. Colônias maduras com bainhas fortemente pigmentadas; C. Colônias jovens sem pigmentação. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Gloeocapsopsis sp.

Colônias disformes, sem subcolônias. Bainha colonial diflúente, lisa, conspicua, hialina ou levemente amarelada. Células esféricas ou hemisféricas, de 3,94 a 8,47 µm de diâmetro, com envelope individual. Conteúdo celular homogêneo verde oliva ou verde azulado (Figura 12). Voucher herbário: PEUFR56397, PEUFR56398.

A população analisada corresponde às características morfométricas atribuídas ao gênero *Gloeocapsopsis* por Komárek (1998). Contudo, o morfotipo não apresentou características semelhantes a nenhuma das espécies descritas para o gênero. Um morfotipo semelhante foi encontrado por Gama, Laughinghouse IV & Sant'Anna (2014) no estado de São Paulo.



Figura 12. Imagens de *Gloeocapsopsis* sp.: A-C. Colônias maduras. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Chlorogloea aff. *novacekii* J. Komárek & Montejano (1994)

Colônias microscópicas disformes, de 20,25-42,81 µm de diâmetro, sem subcolônias. Bainha colonial diflúente, lisa, inconspícua, fina, hialina. Células densamente agrupadas ou ligeiramente enfileiradas, esféricas ou irregulares, envelopadas, 2,19-4,13 µm de diâmetro. Envelope individual firme, fino, justo à célula, castanho avermelhado. Conteúdo celular verde-oliva ou verde-acinzentado (Figura 13). Voucher herbário: PEUFR56403, PEUFR56404.

Embora a população tenha apresentado características morfométricas semelhantes às dadas na descrição original de *C. novacekii* (Komárek & Montejano, 1994), ela permaneceu identificada na condição de *affinis* devido à sua ecologia, que difere do estudo original (cavernas com baixa iluminação, frias com média de 20°C). Vale salientar que *C. novacekii* cresce em comunidades com a presença de gêneros como *Nostoc* e *Scytonema*, além de espécies como *G. compacta* (Komárek & Montejano, 1994), todos presentes nessa amostra.

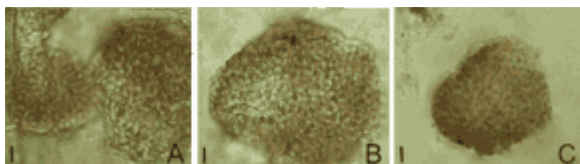


Figura 13. Imagens de *Chloroglea* aff. *novacekii*: A-C. Colônias maduras, com células densamente agrupadas e envelopes mucilaginosos pigmentados. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Ordem *Leptolyngbyales* O. Strunecký & J. Mareš (2022)

Família *Trichocoleaceae* Mai & J. R. Johansen (2018)

Schizothrix sp.

Filamentos homocitados, solitários ou conjugados em feixes, associados a outras cianobactérias filamentosas, com 1-5 tricomas em seu interior. Bainha espessa e lamelada em filamentos com um único tricoma, fina e justaposta, e em filamentos com múltiplos tricomas (3-5), hialinas, a vermelho-alaranjadas, justapostas ao filamento, lameladas. Tricomas constrictos. Células com 2,34-4,94 µm de comprimento, 4,1-8,08 µm de largura, razão $c/l = 0,659$. Conteúdo celular granuloso, verde oliva. Célula apical cônica, arredondada ou obtusa. Reprodução por fragmentação do tricoma no interior do filamento ou por liberação de hormogônios (Figura 14). Voucher herbário: PEUFR56425, PEUFR56426

Características como o número de tricomas por filamento (1-5), o aspecto enrugado da parede externa da bainha, o formato do ápice (cônico-alongado) e as dimensões celulares não permitiram enquadrar a população aqui analisada em nenhuma das espécies descritas atualmente para o gênero *Schizothrix*.

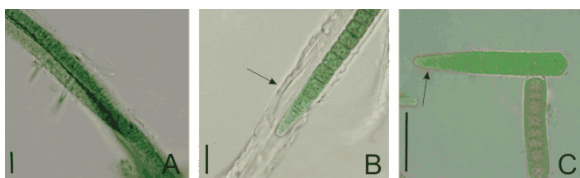


Figura 14. Imagens de *Schizothrix* sp.: A. Filamento maduro com dois tricomas; B. Seta: bainha espessa e hialina; C. Seta: célula apical cônico-atenuada. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Ordem *Oscillatoriales* Schaffner (1922)

Família *Microcoleaceae* J. Komárek et al. (2014)

Porphyrosiphon notarisii Kützinger ex Gomont (1892)

Status de ocorrência: nova citação para o Nordeste brasileiro

Filamentos homocitados, solitários, 10,09-17,2 µm de largura, levemente constrictos, dispostos irregularmente sobre o substrato, fechados no ápice. Bainha levemente espessa, em filamentos, 2,2-4,83 µm de espessura; lamelada em filamentos maduros, hialina, a laranja-avermelhada. Células com 3,11 - 9,64 µm de comprimento, 6,64 - 10,78 µm de largura, razão $c/l = 1,131$. Conteúdo celular granuloso. Células apicais arredondadas ou cônico-arredondadas. Reprodução por fragmentação do tricoma no interior do filamento ou por liberação de hormogônios (Figura 15). Voucher herbário: PEUFR56409, PEUFR56410.

A espécie foi compatível com a descrição dada por Gomont (1892) e embora tenha sido descrita inicialmente para regiões montanhosas sobre rochas úmidas, mantendo essa característica em outras localidades em que fora encontrada (Komárek, 2005), *P. notarisii* foi relatada diversas vezes no Brasil para substratos diferentes do original, como rochas, solo secos (Martins, 2014) e cascas de árvores (Lemes-da-Silva et al., 2012). Essa característica cosmopolita pode estar relacionada ao fato de que, embora o gênero *Porphyrosiphon* seja filogeneticamente bem estruturado, *P. notarisii* constitui um complexo de espécies (Martins, 2014).

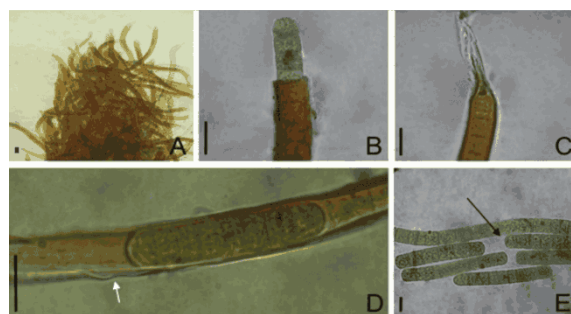


Figura 15. Imagens de *Porphyrosiphon notarisii*: A. Filamentos emaranhados; B. Bainha fortemente vermelho enferrujada; C. Filamento fechado no ápice; D. Seta: Lamelas da bainha; E. Seta: hormogônios. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Microcoleus cf. *vulgaris* O. Strunecký, J. Komárek & J. R. Johansen (2013)

Filamentos homocitados, solitários ou conjugados em feixes junto a outras cianobactérias filamentosas ou folíolos de briófitas. Bainha fina, hialinas, justapostas ao filamento. Células com 2,34-4,94 µm de comprimento, 4,1-8,08 µm de largura, razão $c/l = 0,659$. Conteúdo celular granuloso, com grânulos acumulados próximos aos septos, de verde-oliva pálido a castanho, podendo apresentar estruturas tipo-vacúolo. Células apicais arredondadas ou cônico-obtusas, podendo ser cônico-agudas em hormogônios. Reprodução por fragmentação do tricoma no interior do filamento ou por liberação de hormogônios (Figura 16). Voucher herbário: PEUFR56412, PEUFR56413.

A população apresentou características condizentes com a descrição apresentada por Komárek (2005) para a espécie *Phormidium vulgare* Kützinger 1843, divergindo apenas em relação ao ambiente de origem, uma vez que a espécie foi descrita inicialmente como edáfica, e há pequenas variações na morfometria das células em relação a largura, com métricas mais largas que as da população aqui analisada [4-6(9) µm]. A população aqui analisada também correspondeu à população de *Phormidium* cf. *vulgare* identificada por Martins (2014), descrita com hábito epifítico. No entanto, *P. vulgare* foi recentemente sinonimizada com *Microcoleus vulgaris* Strunecký, Komárek & J. R. Johansen, com base em dados moleculares, e, por isso, essa nomenclatura foi adotada.



Figura 16. Imagens de *Microcoleus* cf. *vulgaris*: A. Filamentos maduros emaranhados em folíolo de briófitas; a seta indica estruturas do tipo vacúolo no interior da célula vegetativa; B. Célula apical com caliptra; C. Hormogônio. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Lyngbya cf. *truncicola* S. L. Ghose (1924)

Filamentos homocitados, solitários ou conjugados no mesmo filamento após a fragmentação do tricoma, dispostos irregularmente sobre o substrato e fechados no ápice. Bainha fina, 1,33-1,87 µm de espessura, hialinas em filamentos jovens e amareladas em maduros. Células com 1,5-3,5 µm de comprimento, 10-13,5 µm de largura, razão $c/l = 0,220$. Conteúdo celular granuloso, verde oliva. Células apicais arredondadas. Reprodução por fragmentação do tricoma no

interior do filamento ou por liberação de hormogônios (Figura 17). Voucher herbário: PEUFR56.411

A população analisada apresentou características morfológicas e ecológicas semelhantes à maioria das atribuídas às espécies por Komárek & Anagnostidis (2005), diferindo pela largura das células (14-16 µm), que eram relativamente maiores. A população aqui analisada também se assemelhou à população de *Lyngbya* cf. *truncicola* descrita por Lemes-da-Silva et al. (2012).

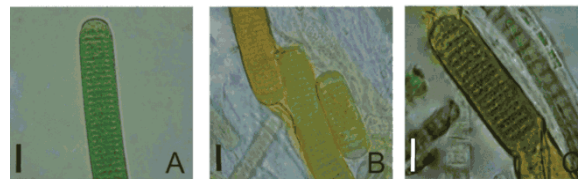


Figura 17. Imagens de *Lyngbya* cf. *truncicola*: A. Células vegetativas; B. Feixes com dois filamentos agregados, com bainha fortemente pigmentada; C. Hormogônio fragmentado no interior do filamento. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Leibleinia porphyrosiphonis (Frémy) K. Anagnostidis & J. Komárek (1988)

Status de ocorrência: nova citação no território brasileiro.

Filamentos homocitados, solitários, finos, levemente constrictos, retos ou levemente curvados. Bainha hialina, inconspícuas. Células com 3,40-4,03 µm de comprimento, 2,05-5,6 µm de largura, razão $c/l = 1,176$. Células apicais cônico-arredondadas. Conteúdo celular levemente granulado ou homogêneo, de verde-oliva (Figura 18). Voucher herbário: PEUFR56423, PEUFR56424.

A população analisada apresentou compatibilidade com as características descritas por Komárek (2005). Vale salientar que *Porphyrosipon porphyrosiphonis* é uma espécie epífita, inicialmente encontrada associada a *P. notarisii* e, nas populações aqui analisadas, também à população de *Phormidium* sp.

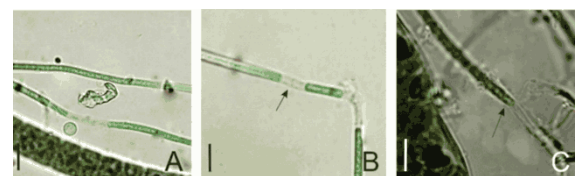


Figura 18. Imagens de *Leibleinia porphyrosiphonis*: A. Filamentos maduros; B. Filamento maduro em processo de fragmentação/reprodução, seta: bainha hialina fina; C. Célula apical. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Ordem Nostocales Borzi (1914)

Família Nostocaceae Agardh ex Kirchner (1890)

Nostoc interbryum C.L. Sant'Anna et al. (2011)

Colônias esféricas ou disformes, 30,87-83,24 µm de diâmetro. Bainha firme, conspícua, não lamelada, hialina ou amarelo-acastanhada. Filamentos moniliformes, aglomerados em colônias jovens e frouxos em colônias maduras, revestido por bainha individual hialina ou amarelo alaranjada. Células esféricas ou em forma de barril, com diâmetro de 5,76-7,97 µm. Conteúdo celular homogêneo. Heterócito esférico ou hemisférico 5,01-8,38 µm de diâmetro. Reprodução por hormogônio (Figura 19). Voucher herbário: PEUFR56414.

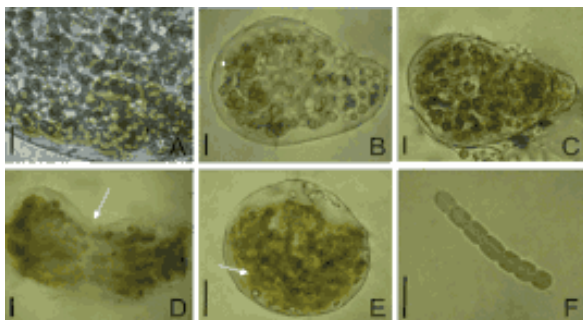


Figura 19. Imagens de *Nostoc interbryum*: A-C. Colônias maduras; D. Seta: Colônia com bainha diflúente; E. Seta: Filamentos envelopados e pigmentados na colônia; F. Hormogônio. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Família Scytonemataceae Rabenhorst (1865) ex Bornet & Flahault (1888)

Scytonema javanicum Bornet ex Bornet & Flahault (1886)

Filamentos dispostos em feixes eretos, de 11-14 µm de largura, com ramificações falsas simples ou duplas, comuns. Bainha levemente espessa, firme, lamelada, 1-2 lamelas, 1,68-3,8 µm de espessura, hialina a amarelada. Tricomas levemente constrictos. Células com 3,1-9,9 µm de comprimento, 8,2-12,05 µm de largura, razão c/l = 0,51. Conteúdo celular granuloso, verde oliva. Heterócitos quadráticos a discóides, intercalar, de 8,35-12,58 µm de largura e 3,59-3,7 µm de comprimento. Necrídeos presentes (Figura 20). Voucher herbário: PEUFR56419, PEUFR56420.

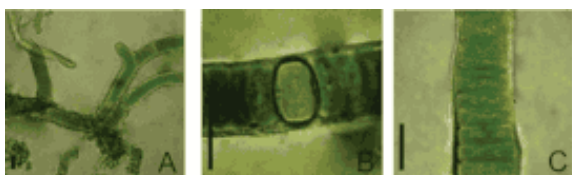


Figura 20. Imagens de *Scytonema javanicum*: A. Filamentos ramificados; B. Heterócitos; C. Células

vegetativas. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Brasilonema roberti-lamii (Bourrelly) Sant'Anna & J. Komárek (2011)

Basônimo: *Tolypothrix roberti-lamii* Bourrelly (1952)

Filamentos dispostos em feixes eretos, 8,12-19,62 µm de largura; ramificações falsas raras, citonematoides. Bainha levemente espessa, firme, lisa, com ou sem lamelas, 1,5-3,48 µm de espessura, hialina a castanho-amarelada. Tricomas cilíndricos, sem constrições. Células com 8,62-15,46 µm de largura, 5,57-12,79 µm de comprimento, razão c/l = 0,712. Conteúdo celular levemente granuloso, azul-esverdeado. Heterócitos cilíndricos, quadráticos ou achatados, intercalar, com 7,79-15,51 µm de largura e 5,67-15,95 µm de comprimento. Necrídeos presentes. Hormogônios curtos, heterócito apical facultativo (Figura 21). Voucher herbário: PEUFR56417, PEUFR56418.

A população foi compatível com a descrição dada à espécie por Sant'Anna et al. (2011), com apenas a razão c/l menor do que a descrita, indicando que os filamentos apresentam um padrão celular com dimensões mais largas do que longas, sendo, na descrição original, as células dadas como mais longas do que largas. No entanto, isso pode ser justificado pela presença de muitos filamentos jovens na amostra aqui analisada.

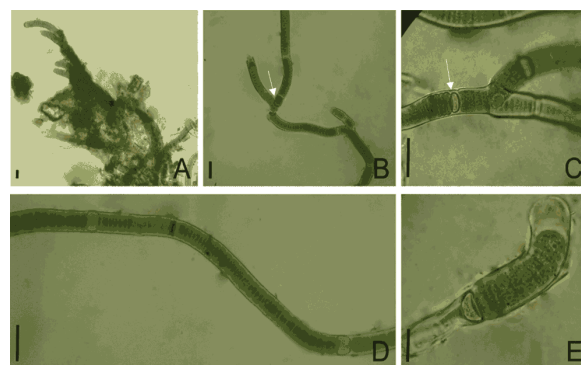


Figura 21. Imagens de *Brasilonema roberti-lamii*: A. Feixes eretos; B. ramificações falsas do tipo citonematóide, raras (seta); C. Heterócito (seta); D. filamentos levemente curvados; E. Hormogônio. Barras: 10 µm. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Brasilonema bromeliae Fiore et al. (2007) (PEUFR56.416)

Status de ocorrência: nova citação para o Nordeste brasileiro

Filamentos eretos, 10,11-19,36 µm de largura, ramificações falsas simples (tipo - Y). Bainha levemente espessa, firme, sem lamelas, 1,61-2,96 µm de espessura, hialina a levemente amarelada. Células de 5,06 (4,39) a 10,67 (14,69)

μm de comprimento, 12,46 a 17,16 μm de largura, razão $c/l = 0,890$. Conteúdo celular granuloso, marrom arroxeado. Heterócitos quadráticos, intercalares, de 9,86-13,37 μm de comprimento e 14,36-15,28 μm de largura (Figura 22). Voucher herbário: PEUFR56416.

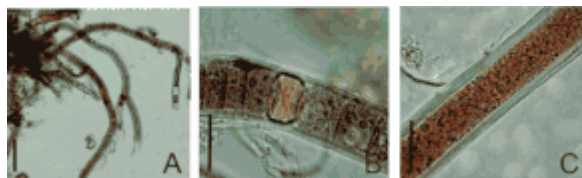


Figura 22. Imagens de *Brasilonema bromeliae*: A. Filamentos eretos fixos à parte do substrato; B. Heterócito; C. Células vegetativas altamente granuladas. Barras: 10 μm . Fonte: Paulino & Gama (2024).

Stigonemataceae (Bornet & Flahault) Borzi (1892)
Stigonema corticola Sant'Anna et al. (2013)

Filamentos prostrados, ramificações verdadeiras em formato de “T”, ramificações jovens unisseriadas e ramos maduros multisseriados, 2-3 fileiras de células, (10,08) 25,03-31,46 μm de largura. Bainha firme, lisa, não lamelada, com espessura de 2,06-4,64 μm , hialina a castanho-amarelada. Células esféricas, irregular-quadráticas e irregular-arredondadas, com diâmetro de 8,29-13,29 μm . Conteúdo celular homogêneo, verde-oliva. Heterócitos elipsoides, hemisféricos ou irregulares, intercalar ao longo do filamento, com diâmetro de 6,31-11,73 μm (Figura 23). Voucher herbário: PEUFR56421, PEUFR56422.

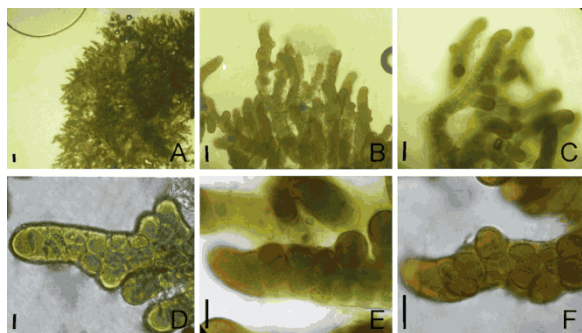


Figura 23. Imagens de *Stigonema corticola*: A. Filamentos emaranhados; B-C. Disposição dos filamentos; D. Heterócito na lateral do filamento; E-F. Filamento multisseriado. Barras: 10 μm . Fonte: Paulino & Gama (2024).

A amostra analisada correspondeu à descrição de *S. corticola* (Sant'Anna et al., 2013), abrangendo características morfológicas e de habitat. A população analisada também se mostrou semelhante a *S. minutum*, no entanto, elas divergem ecologicamente quanto ao habitat, sendo *S.*

corticola uma espécie epifítica e *S. minutum* uma espécie edáfica/litófica.

Conclusão

A estrutura da comunidade de cianobactérias no local estudado mostrou-se intimamente relacionada ao pH da casca da árvore e à luminosidade, que atuaram como os principais fatores seletivos para a ocorrência das espécies e para o acúmulo de pigmentos.

A presença de taxa encontrados apenas no período seco e taxa encontrados apenas no período chuvoso indica que existe uma substituição de espécies e dinâmica na comunidade de cianobactérias corticícolas, o que pode ter relação direta com a sazonalidade (períodos seco e chuvoso).

Embora os taxa correspondam a uma diversidade esperada para regiões tropicais, com expressivos novos registros para o território brasileiro [Brasil (três), Nordeste brasileiro (dois) e estado de Pernambuco (um)], os taxa não identificados em nível infragenérico evidenciam lacunas no conhecimento taxonômico e a subestimação da diversidade biológica na área de estudo. Nesse sentido, estudos moleculares dessas comunidades são necessários para possibilitar delimitações taxonômicas mais precisas e aprofundar a compreensão da biodiversidade local.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo fomento à pesquisa (APQ 1285-2.03/22) e pela concessão de bolsa de nível de iniciação científica para Jonatas Mota Paulino (BIC 0705-2.03/21).

Referências

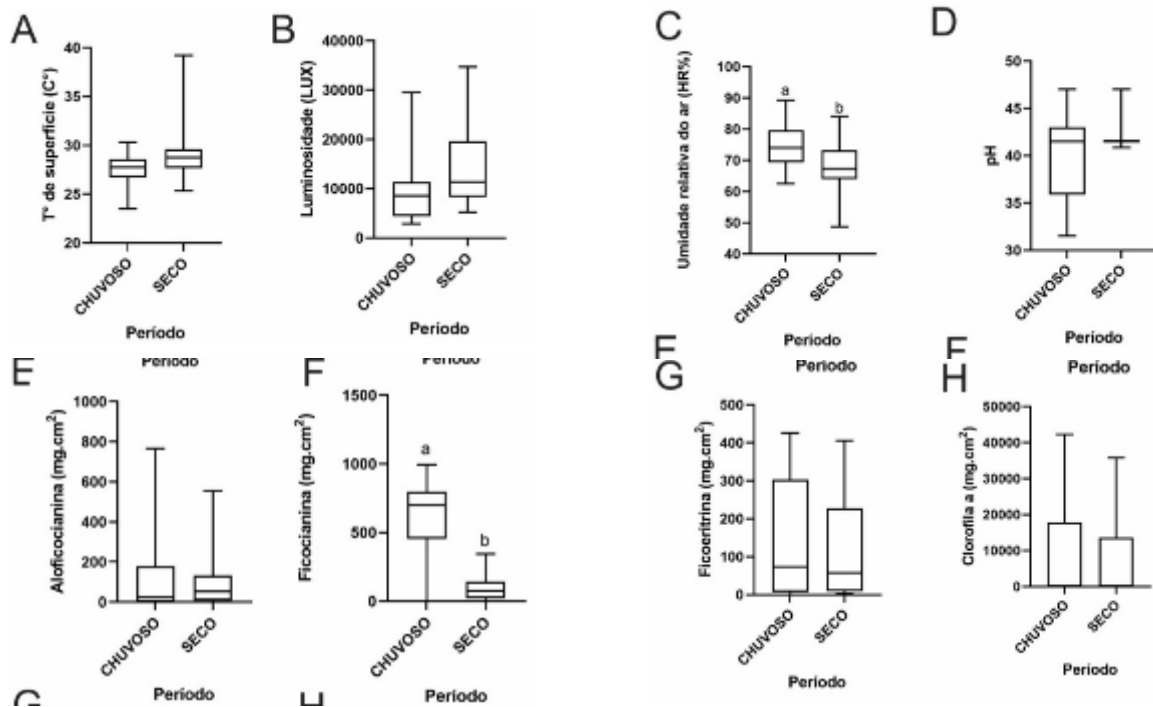
- Ambika, H. D.; Krishnamurthy, S. R. 2018. Algal flora of barks of tropical forests of western ghats – perspectives of research. The Journal of Indian Botanical Society, 97, 1-13. <http://dx.doi.org/10.5958/24557218.2018.001010.4>
- Anunciação, R. R.; Paulino, J. M.; Moura, A. N.; Laughinghouse IV, H. D.; Gama, W. A. 2024. Morphometric characterization and the first taxonomic synthesis of terrestrial cyanobacteria from the Atlantic Forest in northeastern Brazil. Phytotaxa, 646, 1-31. <http://10.11646/phytotaxa.646.1.1>
- Araújo, S. C. 2014. Prospecção de aminoácidos tipo micoporinas (MAAs) em cianobactérias da Amazônia oriental. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil. 56p.

- Crispim, C. A.; Gaylarde, P. M.; Gaylarde, C. C. 2003. Algal and cyanobacterial biofilms on calcareous historic buildings. *Current Microbiology*, 46, 79-82. <https://doi.org/10.1007/s00284-002-3815-5>
- Dvořák, P.; Pouličková, A.; Hašler, P.; Belli, M.; Casamatta, D. A.; Papini, A. 2015. Species concepts and speciation factors in cyanobacteria, with connection to the problems of diversity and classification. *Biodiversity and Conservation*, 24, 739-757. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0888-6>
- Gallina, E. S.; Caires, T. A.; Cortes, O. E. J. 2024. Effects of light quality and intensity on phycobiliprotein productivity in two *Leptolyngbya* strains isolated from southern Bahia's Atlantic Forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 96, (3), e20230348. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230348>
- Gama, W. A.; Laughinghouse IV, H. D.; Sant'Anna, C. L. 2014. How diverse are coccoid cyanobacteria? A case study of terrestrial habitats from the Atlantic Rainforest (São Paulo, Brazil). *Phytotaxa*, 178, 61-97. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.178.2.1>
- Gomont, M. 1892. Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées). *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, ser. 7, vol. 15. Masson, Paris. 368p.
- Grossman, A. R.; Schaefer, M. R.; Chiang, G. G.; Collier, J. L. 1993. Environmental effects on the light-harvesting complex of cyanobacteria. *Journal of Bacteriology*, 175, 575-582.
- Komárek, J. 1998. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1: Cyanoprokaryota, 1. Teil: Chroococcales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin. 548p.
- Komárek, J. 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/2: Cyanoprokaryota: Oscillatoriales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin. 759p.
- Komárek, J. 2013. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/3: Cyanoprokaryota: Heterocytous Genera. Springer Spektrum, Heidelberg-Berlin. 1129p.
- Komárek, J.; Kaštovský, J.; Mareš, J.; Johansen, J. R. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia*, 86, 295-335.
- Komárek, J.; Montejano, G. 1994. Taxonomic evaluation of several *Chlorogloea* species (Cyanoprokaryota) from inland biotopes. *Algological Studies*, 74, 1-26. <https://doi.org/10.1127/algolstud/74/1994/1>
- Lawton, L.; Marsalek, B.; Padisák, J.; Chorus, I. 1999. Determination of cyanobacteria in the laboratory. In: Chorus, I.; Bartram, J. (eds.). *Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences*. WHO, London. NUM PÁGS.
- Lemes-da-Silva, N. M.; Branco, L. H. Z.; Necchi-Júnior, O. 2010. Corticolous green algae from tropical forest remnants in the northwest region of São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 33, 215-226. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000200003>
- Lemes-da-Silva, N. M.; Branco, L. H. Z.; Necchi-Júnior, O. 2012. Corticolous cyanobacteria from tropical forest remnants in northwestern São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 35, 169-179. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042012000200006>
- Lüttge, U.; Büdel, B. 2010. Resurrection kinetics of photosynthesis in desiccation-tolerant terrestrial green algae on tree bark. *Plant Biology*, 12, 437-444. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2009.00249.x>
- Ma, R.; Lu, F.; Bi, Y.; Hu, Z. 2015. Effects of light intensity and quality on phycobiliprotein accumulation in the cyanobacterium *Nostoc sphaeroides*. *Biotechnology Letters*, 37, 1663-1669. <https://doi.org/10.1007/s10529-015-1831-3>
- Martins, M. D. 2014. Estudos polifásicos de populações de Phormidioideae (Oscillatoriales, Cyanobacteria). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. 161p.
- Neustupa, J.; Škaloud, P. 2008. Diversity of subaerial algae and cyanobacteria on tree bark in tropical mountain habitats. *Biologia*, 63, 806-812. <https://doi.org/10.2478/s11756-008-0102-3>
- Neustupa, J.; Škaloud, P. 2010. Diversity of subaerial algae and cyanobacteria growing on bark and wood in lowland tropical forests of ingapore. *Plant Ecology and Evolution*, 143, 51-62.
- Pereira, S. B.; Mota, R.; Tamagnini, P. 2013. Polímeros extracelulares de cianobactérias: características, produção e possíveis utilizações. *Boletim de Biotecnologia*, 2, 45-47.
- Ribeiro, A. L. N. L. 2012. Respostas fisiológicas e bioquímicas de espécies de *Hypnea* frente às

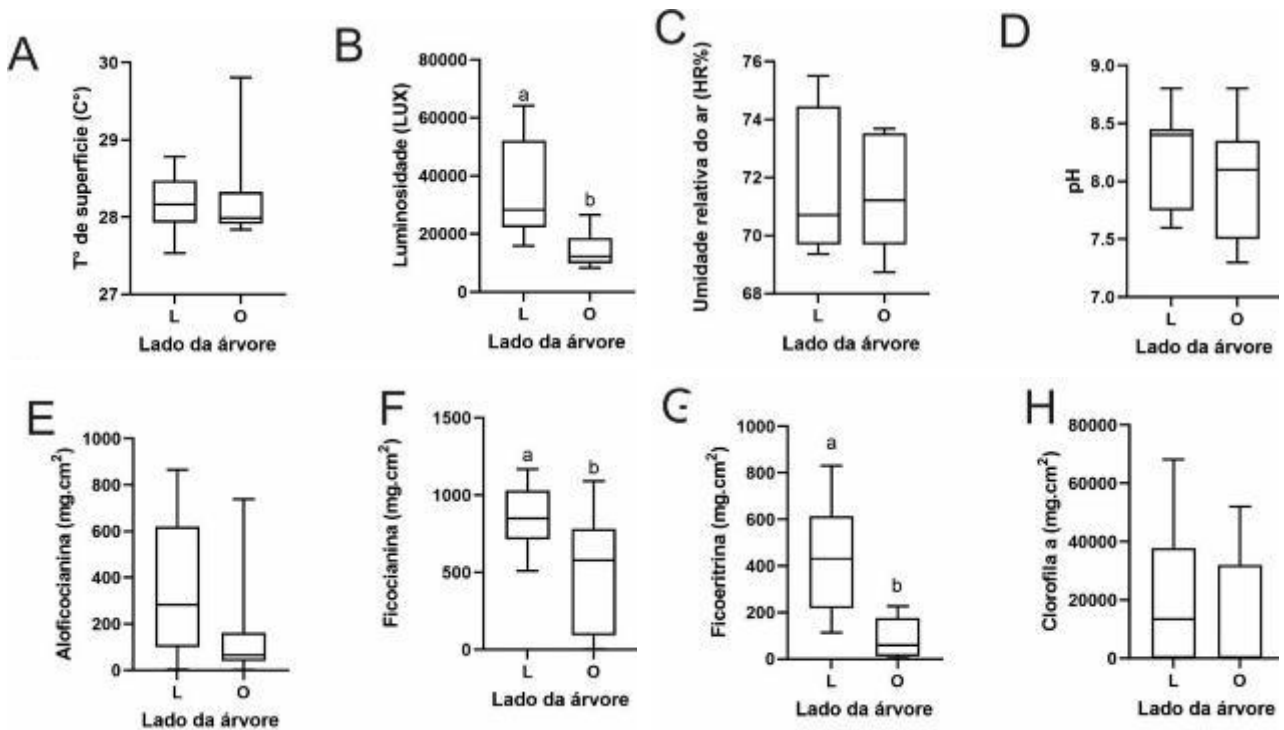
- variações de nitrogênio e fósforo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo. São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Sant'Anna, C. L.; Azevedo, M. P.; Fiore, M. F.; Lorenzi, A. S.; Kaštovský, J.; Komárek, J. 2011. Subgeneric diversity of *Brasilonema* (Cyanobacteria, Scytonemataceae). *Brazilian Journal of Botany*, 34, 51-62. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100006>
- Sant'Anna, C. L.; Kaštovský, J.; Hentschke, G. S.; Komárek, J. 2013. Phenotypic studies on terrestrial stigonematacean cyanobacteria from the Atlantic Rainforest, São Paulo State, Brazil. *Phytotaxa*, 89, 1-23. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.89.1.1>
- Silva, C. F. 2006. Análise da qualidade nutricional do biofilme. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. 69p.
- Singh, S. P.; Häder, D. P.; Sinha, R. P. 2010. Cyanobacteria and ultraviolet radiation (UVR) stress: mitigation strategies. *Ageing Research Reviews*, 9, 79-90. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2009.05.004>
- Sophia, M. D. G. 1999. Desmídias de ambientes fitotélmicos bromelícolas. *Revista Brasileira de Biologia*, 59, 141-150.
- Stall, L. J. 2007. Cyanobacteria. In: Seckbach, J. (ed.). *Algae and Cyanobacteria in Extreme Environments*. Springer, Dordrecht.
- Strunecký, O.; Ivanova, A. P.; Mareš, J. 2023. An updated classification of cyanobacterial orders and families based on phylogenomic and polyphasic analysis. *Journal of Phycology*, 59, 12-51. <https://doi.org/10.1111/jpy.13304>
- Štifterová, A.; Neustupa, J. 2015. Community structure of corticolous microalgae within a single forest stand. *Fottea*, 15, 113-122. <https://doi.org/10.5507/fot.2015.013>
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, 9, 1-38.
- Zorina, A. A.; Mironov, K. S.; Stepanchenko, N. S.; Sinetova, M. A.; Koroban, N. V.; Zinchenko, V. V.; Kupriyanova, E. V.; Allakhverdiev, S. I.; Los, D. A. 2011. Regulation systems for stress responses in cyanobacteria. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58, 749. <https://doi.org/10.1134/S1021443711050281>

MATERIAL SUPLEMENTAR

Cianobactérias corticícolas em área verde urbana do Recife, Pernambuco, Brasil.



Material suplementar 1. Teste-t entre os períodos chuvoso e seco das variáveis ambientais e dos pigmentos. A-D. Variáveis abióticas (T° de superfície, luminosidade, umidade relativa do ar, pH); E-H. Pigmentos (alofocianina, ficocianina, ficoeritrina, clorofila *a*). Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas. Fonte: Paulino & Gama (2024).



Material suplementar 2. Teste-t entre os lados Leste (L) e Oeste (O) das variáveis ambientais e dos pigmentos ao longo dos períodos seco e chuvoso. A-D. Variáveis abióticas (T° de superfície, luminosidade, umidade relativa do ar, pH); E-H. Pigmentos (Alofocianina, Ficocianina, Ficoeritrina, Clorofila *a*). Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Material suplementar 3. Tabela com dados de contagem, considerando as médias e os desvios-padrão, dos taxos identificados e contados ao longo dos lados leste e oeste, períodos seco e chuvoso. Fonte: Paulino & Gama (2024).

Táxon	Chuvoso				Seco			
	Leste		Oeste		Leste		Oeste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
<i>Pseudocapsa</i> sp.	40	59	40	67	18	31	47	61
<i>Chlorogloea</i> aff. <i>novacekii</i>	58	41	73	46	81	41	30	20
<i>Chroococcus</i> sp.	2	3	4	5	0	0	23	39
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.	0	0	0	0	10	18	1	2
<i>Aphanotece densa</i>	0	0	11	19	2	3	0	0
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i>	10	18	5	8	28	42	43	22
<i>Aphanocapsa excentrica</i>	0	0	0	0	5	6	0	0
<i>Gloeocapsa lignicola</i>	119	202	0	0	125	216	0	0
<i>Gloeocapsa compacta</i>	86	47	87	44	109	85	51	42
<i>Gloeocapsa stegophila</i>	72	70	61	67	73	37	60	17
<i>Porphyrosyphon notarisii</i>	141	89	152	40	179	114	81	67
<i>Nostoc interbryum</i>	5	2	26	10	24	18	35	25
<i>Syctonema javanicum</i>	34	43	0	0	57	56	48	28
<i>Brasilonema roberti-lamy</i>	68	46	29	15	96	37	88	152
<i>Stigonema corticola</i>	2	2	0	0	11	11	0	0
<i>Lyngbya truncicola</i>	3	4	8	6	0	0	11	19
<i>Phormidium</i> sp.	42	38	75	100	0	0	57	98
<i>Schizothrix</i> cf. <i>stricklandii</i>	0	0	9	16	0	0	0	0
<i>Trichocoleus</i> sp.	3	5	0	0	0	0	19	32
<i>Komovophorum</i> sp.	14	15	29	18	0	0	5	9