



LEVANTAMENTO DA BIOTA LIQUÊNICA URBANA DE SÃO LUÍS UTILIZANDO UMA ABORDAGEM DE CIÊNCIA CIDADÃ

SURVEY OF SÃO LUÍS URBAN LICHEN BIOTA USING A CITIZEN SCIENCE APPROACH

DOI: 10.5281/zenodo.20751934



Nathália Silva Batista¹

Anna Letícia Silva da Costa²

José Isaias Pimentel Barros³

Marcos Davi de Sousa Campos⁴

Maria Clara Araújo Melo⁵

Emanuelle Costa Ramos⁶

Weneson Victor Diniz Sarges⁷

Hivana Patricia Melo Barbosa Dall'Agnol⁸

Iane Paula Rego Cunha Dias⁹

Leonardo Teixeira Dall'Agnol¹⁰

1 Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGC&TAmb) pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1468-9805>. E-mail: nathaliasbatista98@gmail.com.

2 Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGC&TAmb) pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0516-4552>. E-mail: annaleticiascosta@gmail.com.

3 Mestre em Saúde e Ambiente (PPGSA) pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9990-7728>. E-mail: jose.isaias@alumni.ufma.br.

4 Graduando em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8596-5374>. E-mail: marcos.dsc@discente.ufma.br.

5 Graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2466-9693>. E-mail: mca.melo@discente.ufma.br.

6 Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGC&TAmb) pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6629-6105>. E-mail: emanuelle.cr@discente.ufma.br.

7 Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGC&TAmb) pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3118-206X>. E-mail: wvd.sarges@discente.ufma.br.

8 Doutora em Genética e Biologia Molecular e docente da Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0659-8053>. E-mail: hivana.barbosa@ufma.br.

9 Doutora em Biologia Vegetal e docente da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, UEMASUL, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6155-1274>. E-mail: ianepaula@uemasul.edu.br.

10 Doutor em Química Sustentável e docente da Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil.

**Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social**

**A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)**





RESUMO

A urbanização crescente tem gerado impactos ambientais, e os líquens destacam-se como bioindicadores sensíveis e tolerantes dessas mudanças, embora ainda sejam pouco estudados em regiões tropicais. Nesse contexto, a ciência cidadã, associada ao uso de plataformas como o iNaturalist, tem ampliado a coleta de dados sobre biodiversidade, apesar de limitações quanto à confiabilidade das identificações. Este estudo realizou um levantamento da biota líquênica utilizando o aplicativo iNaturalist com a contribuição de cidadãos cientistas participantes do Projeto Líquens GO! em São Luís (MA) e validação a partir de análises morfológicas e químicas realizadas em laboratório. Os voluntários registraram 105 espécimes líquênicos, com maior abundância na APA do Itapiracó (P2), que também apresentou maior diversidade taxonômica e morfológica em comparação ao Campus da UFMA (P1), onde predominaram espécies típicas de ambientes urbanos, especialmente das famílias Parmeliaceae e Physciaceae. As análises evidenciaram a influência de fatores ambientais, como efeito de borda, cobertura vegetal e incidência solar, na distribuição dos táxons, além de dificuldades na identificação em campo. A validação laboratorial revelou inconsistências nas identificações sugeridas pela IA. O iNaturalist foi eficaz no registro e engajamento em estudos de diversidade líquênica, mas apresentou limitações. O estudo reforça a necessidade de validação especializada e ampliação de levantamentos para melhorar a qualidade dos dados e o conhecimento sobre líquens.

Palavras-chave: Educação; Fungos liquenizados; Inteligência artificial; Letramento científico.

ABSTRACT

Increasing urbanization has led to environmental impacts, and lichens stand out as sensitive and tolerant bioindicators of these changes, although they remain understudied in tropical regions. In this context, citizen science, combined with the use of platforms such as iNaturalist, has expanded the collection of biodiversity data, despite limitations regarding the reliability of identifications. This study conducted a survey of lichen biota using the iNaturalist app with contributions from citizen scientists participating in the Lichens GO! Project in São Luís (MA) and validation based on morphological and chemical analyses performed in the laboratory. Volunteers recorded 105 lichen specimens, with the highest abundance in the Itapiracó Environmental Protection Area (P2), which also exhibited greater taxonomic and morphological diversity compared to the UFMA Campus (P1), where species typical of urban environments predominated, especially from the families Parmeliaceae and Physciaceae. The analyses highlighted the influence of environmental factors, such as edge effect, vegetation cover, and solar incidence, on the distribution of taxa, as well as difficulties in field identification. Laboratory validation revealed inconsistencies in the identifications suggested by the AI. iNaturalist has proven effective for data collection and engagement in studies of lichen diversity, but it has its limitations. The study underscores the need for expert validation and expanded surveys to improve data quality and our understanding of lichens.

Keywords: Artificial intelligence; Education; Lichenized fungi; Scientific literacy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0837-8836>. E-mail: leonardo.td@ufma.br.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XX, o mundo tem sido marcado pelo aumento expressivo da população em áreas urbanizadas, tendência que deve se intensificar até 2050. Esse processo impõe alterações profundas em áreas antes rurais e naturais, gerando desafios significativos à sustentabilidade ambiental (Nações Unidas, 2025). Como consequência, observam-se problemas como poluição atmosférica, perda de biodiversidade e mudanças climáticas, com impactos negativos sobre o funcionamento dos ecossistemas e a saúde humana (Munzi et al., 2014).

Em 1866, o liquenologista finlandês William Nylander observou que o desaparecimento de líquens estava diretamente associado ao avanço da urbanização (Allen; Lendemer; Hoffman, 2021). Esse fenômeno ocorre porque a redução das áreas florestais compromete a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas, impactando de forma significativa os líquens epífitos (Käffer; Marcelli; Ganade, 2010). Diante disso, essas entidades são amplamente reconhecidas como bioindicadores eficazes dos efeitos da urbanização, fornecendo informações essenciais para o planejamento de cidades mais sustentáveis e para a gestão ambiental urbana (Munzi et al., 2014).

Líquens, ou fungos liquenizados, são organismos complexos e longevos resultantes de uma associação simbiótica mutualística entre um fungo (micobionte) e um parceiro fotossintetizante, como algas verdes (Chlorophyta) e/ou cianobactérias (fotobionte) (Spribille et al., 2016). Essa interação confere aos líquens características ecológicas e morfológicas singulares, sendo o corpo vegetativo denominado talo, que pode assumir diferentes formas, como crostosa, foliosa, fruticosa, gelatinosa, filamentosa e esquamulosa (Grimm et al., 2021).

Além da morfologia, o substrato em que se desenvolvem também constitui um critério fundamental para a identificação das espécies, já que muitas apresentam elevada especificidade ecológica. Nesse sentido, os líquens podem colonizar diversos tipos de





superfícies, incluindo cascas de árvores (corticólicas), folhas (folícolas), solo (terrícolas), musgos (muscícolas) e rochas (saxícolas) (Leavitt; Lumbsch, 2016; Webster; Weber, 2007).

Alguns táxons podem ser classificados como tolerantes a estresses ambientais, apresentando elevada capacidade de acumular poluentes atmosféricos. Em contrapartida, outros são sensíveis a alguns contaminantes específicos, podendo sofrer danos fisiológicos significativos, muitas vezes irreversíveis (Cansaran-Duman; Atakol; Aras, 2010).

A identificação de espécies liquênicas com potencial bioindicador depende do conhecimento prévio da composição da comunidade local (Pignata, 1998). Apesar da elevada riqueza de espécies em países tropicais como o Brasil, os estudos liquenológicos permanecem escassos, refletindo a carência de profissionais e a dificuldade de obtenção de dados confiáveis (Barbosa, 2019; Aptroot et al., 2025; Maia et al., 2015).

O desmatamento e a antropização de áreas naturais alteram a diversidade de líquens, reforçando a necessidade de inventários que documentem essas comunidades. Tais estudos são fundamentais não apenas para ampliar o conhecimento científico, mas também para embasar estratégias de manejo e preservação da biodiversidade (Barbosa, 2019).

A ciência cidadã consiste na participação de cidadãos em atividades de pesquisa, em colaboração com pesquisadores ou de forma independente. Inclui atividades que vão desde a coleta de dados do cotidiano até o desenvolvimento de planos de pesquisa e a análise de dados. A partir dessa abordagem é possível aumentar o contato da comunidade com a ciência e a tecnologia (Kobayashi; Haklay, 2026).

Esse modelo é especialmente eficaz em programas de biomonitoramento ambiental com recursos financeiros limitados (Mackechnie et al., 2011) e escassez de profissionais especializados (Underwood; Taylor; Tucker, 2018). Nesse contexto, o uso de aplicativos para smartphones tem ampliado seu alcance e eficiência, consolidando-se como uma ferramenta cada vez mais relevante (Munzi; Giovanetti, 2021).

Um exemplo disso é o iNaturalist, um aplicativo amplamente utilizado para a identificação e o mapeamento de espécies, incluindo líquens e outros organismos, além de



funcionar como um importante banco de dados sobre a biodiversidade em diferentes regiões. (Aristeidou et al., 2021; Unger et al., 2020). A confiabilidade dos dados gerados por essa ferramenta tem sido questionada por diversos especialistas, sobretudo porque as identificações são realizadas por voluntários, muitas vezes sem experiência, e frequentemente sugeridas pela Inteligência Artificial (IA) (McMullin; Allen, 2022).

O presente estudo teve como principal objetivo realizar um levantamento da biota líquênica de São Luís utilizando o aplicativo iNaturalist com contribuição de cidadãos cientistas participantes de um projeto de ciência cidadã, validando as identificações por meio de técnicas morfológicas e químicas e chaves de identificação. Tal iniciativa busca qualificar as informações geradas, contribuir para o aprimoramento do sistema de identificação utilizando a Inteligência Artificial, para aumentar a confiabilidade das identificações realizadas em campo, incentivar a participação da comunidade em projetos de ciência cidadã e ampliar o conhecimento sobre líquens associados a áreas urbanas.

METODOLOGIA

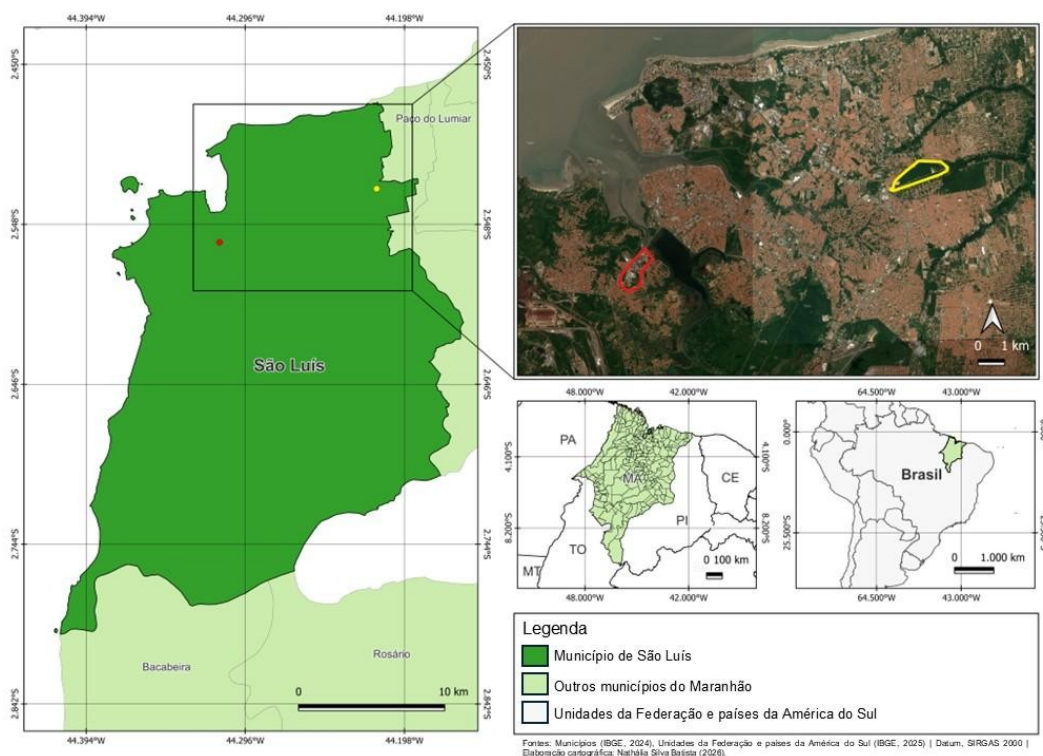
O trabalho foi realizado durante os anos de 2024 e 2026 nos pontos de abrangência localizados no município de São Luís, região Nordeste do Brasil, ao norte do estado do Maranhão. A capital está situada em uma ilha costeira, na área do Golfão Maranhense, compondo a zona litorânea do estado. De acordo com o Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), a cidade está situada dentro dos limites do Bioma Amazônico e do Cerrado. Os pontos de amostragem situam-se no Campus Dom Delgado da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (P1) e na Área de Proteção Ambiental (APA) do Itapiracó (P2). As licenças para coleta de material biológico em áreas de preservação no estado do Maranhão foram concedidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA), órgão gestor das





unidades de conservação estaduais, sob as autorizações nº A33-2024 (SIGEP nº 2410040009), nº A36-2024 (SIGEP nº 2410040010) e nº A37-2024 (SIGEP nº 2410040011).

Figura 1. Localização da área de estudo e pontos de amostragem: P1 indicado em vermelho, P2 indicado em amarelo.



Fonte: Autores (2026)

O campus Dom Delgado da UFMA (P1) está localizado entre as coordenadas 44° 18' 25,1" W; 02° 33' 08,2" S e possui uma área de 101 hectares, distribuídos em cinco fragmentos florestais remanescentes e jardins, compostos principalmente por espécies exóticas. O estrato herbáceo apresenta áreas de borda, que constantemente sofrem impactos devido à intensa pressão antrópica, contribuindo diretamente para a descaracterização vegetal original nos últimos 50 anos (Costa; Almeida Jr., 2020; Correa et al., 2023).

A Área de Proteção Ambiental do Itapiracó (P2) está localizada nas coordenadas 44°12'80" W e 02°31'34" S, abrangendo uma área de 322 hectares. Trata-se de uma Unidade

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL: Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





de Conservação (UC) de Uso Sustentável (Nascimento et al., 2020; Botelho Rodrigues et al., 2020). Inserida no domínio amazônico e integrante da Amazônia Legal, a região apresenta composição florística mista, com características associadas tanto ao bioma amazônico quanto ao cerrado (Pantoja, 2017).

Os dados foram obtidos a partir do projeto de extensão cadastrado na plataforma iNaturalist como Líquens GO!. O projeto tem como objetivo principal o mapeamento e a identificação da diversidade de líquens no Maranhão juntamente com a participação de estudantes do ensino médio de escolas públicas e privadas. Tal iniciativa propõe inicialmente um treinamento para os participantes, a partir de palestras e materiais didáticos, com a finalidade de prepará-los para a identificação de espécimes utilizando a inteligência artificial (IA) do iNaturalist e registro desses dados na página do projeto. Além disso, todas as atividades foram supervisionadas por um grupo de pesquisa especializado no estudo de líquens.

Em seguida, os líquens observados pelos estudantes foram coletados, seguindo uma metodologia padronizada descrita na literatura (Hale, 1987; Malcolm & Galloway, 1997; Benatti & Marcelli, 2007). As amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, contendo a data de coleta, o número do coletor e o tipo de substrato; depois, transferidas para análises taxonômicas no Laboratório de Genética e Biologia Molecular (LabGeM) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA); e adicionadas à coleção líquênica do Grupo de Pesquisa em Biodiversidade, Bioprospecção e Biotecnologia – GB³.

Os espécimes foram obtidos em diferentes condições sazonais, abrangendo tanto o período chuvoso quanto o seco, de acordo com a disponibilidade de acesso às áreas de estudo. As amostragens ocorreram entre janeiro e abril de 2024 e em novembro de 2025. Para validar as identificações feitas no iNaturalist, foi analisada inicialmente a morfologia dos líquens, observando as características macro- e microscópicas dos espécimes, utilizando microscópio estereoscópico e microscópio óptico comum. Foram analisados principalmente



estruturas como a presença ou ausência de isídios ou sorédios, pseudocifelas, máculas, pruínas, córtex inferior/superior (coloração), hábito de fixação, tipo de talo e os principais gêneros de fotobiontes na associação.

Para as análises químicas foram realizados testes de coloração (K= hidróxido de potássio 10%, C= hipoclorito de sódio 40% e KC= os dois reagentes) no córtex e medula do líquen, irradiação por luz ultravioleta (UV) Orange et al. (2001). As reações positivas são representadas pelo sinal “+”, seguido da cor, enquanto as reações negativas são indicadas apenas pelo sinal “-”.

A principal bibliografia taxonômica utilizada na identificação dos táxons incluiu Awasthi (1975), Elix (2011), Jungbluth (2010), Barbosa (2019), Jungbluth, e Marcelli (2012), Kalb (2004), Sipman (2002), Kitaura (2012), Swinscow e Krog (1978), Ferraro; Michlig (2013) e Rivas Plata et al. (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os voluntários observaram um total de 105 espécimes liquênicos nas duas áreas de estudo: 12 espécimes no campus da UFMA (A1), enquanto a maior abundância foi registrada na APA do Itapiracó (A2) com 93 observações. Do total dos registros, selecionaram-se para validação taxonômica os seguintes espécimes: Parmeliaceae (1), Parmelioideae (2), Leptogium sp. (1), Coenogonium sp. (1), Collema sp. (1), Dirinaria applanata (1), Pyxine soreliata (3), Pyxine subcinerea (1), Physcia millegrana (1), Hyperphyscia adglutinata (1), Phaeophyscia hirsuta (1) e Coenogonium implexum (1), conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 1. Taxonomia e ocorrência de líquens nos pontos amostrados, registrados por usuários cadastrados no projeto Líquens GO! no iNaturalist.

Nível	Identificação sugerida pela IA	Ocorrência	
		P1	P2
Subfilo	Pezizomycotina		16

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



Classe	Lecanoromycetes		18
Subclasse	Ostropomycetidae		3
Subclasse	Lecanoromycetidae		1
Ordem	Caliciales		2
Família	Collemataceae		1
Família	Graphidaceae		2
Família	Parmeliaceae *	1	
Subfamília	Parmelioideae *	2	
Gênero	<i>Leptogium</i> sp. *	1	
Gênero	<i>Coenogonium</i> sp. *		7
Gênero	<i>Cryptothecia</i> sp.		4
Gênero	<i>Collema</i> sp. *		4
Gênero	<i>Phyllopsora</i> sp.		3
Gênero	<i>Chrysothrix</i> sp.		1
Gênero	<i>Dyplolabia</i> sp.		1
Gênero	<i>Lecanora</i> sp.		1
Gênero	<i>Parmotrema</i> sp.		1
Espécie	<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D.D. Awasthi *	1	
Espécie	<i>Pyxine sorediata</i> (Ach.) Mont. *	3	
Espécie	<i>Pyxine subcinerea</i> Stirton *	1	
Espécie	<i>Physcia millegrana</i> Degel *	1	
Espécie	<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt *	1	
Espécie	<i>Phaeophyscia hirsuta</i> (Mereschk.) Essl. *	1	
Espécie	<i>Cryptothecia striata</i> G.Thor		13
Espécie	<i>Coenogonium implexum</i> Nyl. *		6
Espécie	<i>Buellia erubescens</i> Arnold		2
Espécie	<i>Dyplolabia afzelii</i> (Ach.) A.Massal.		2
Espécie	<i>Phlyctis argena</i> (Ach.) Flot.		2
Espécie	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.		1
Espécie	<i>Lecanora thysanophora</i> (R.C. Harris) S.Y. Kondr.		1
Espécie	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		1
		Total	12
			93

Fonte: Autores (2026)

Legenda: (*) = Indica os espécimes coletados para validação taxonômica; (P1) = Campus Dom Delgado (UFMA); (P2) = Área de Proteção Ambiental (APA) do Itapiracó.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)





Os líquens observados estavam inseridos em pontos de perímetro urbano, tendo como principal fonte de poluição a emissão de gases de veículos nas vias adjacentes. Em P1, os líquens foram coletados em áreas de borda, com baixa cobertura vegetal e maior incidência solar. Enquanto P2 é caracterizada por duas zonas principais: áreas de borda e cobertura vegetal densa, consequentemente com menor incidência solar.

As zonas de borda exibem condições mais extremas para temperatura, umidade e luz, o que pode tornar-se impróprio aos organismos adaptados às condições de interior florestal. Quanto mais longe da borda, menor a intensidade desse efeito (Rodrigues, 1998), ou seja, os efeitos de borda diminuem gradualmente à medida que a distância a partir da borda aumenta (Ewers; Thorpe; Didham, 2007).

O ponto de coleta P1, área com maior fragmentação florestal, predominaram exemplares das famílias Parmeliaceae e Physciaceae, assim corroborando com os resultados apresentados por Marcelli (1998), segundo os quais a composição da micobiota liquenizada em áreas urbanas no país é caracterizada pela predominância de espécies dessas famílias.

Na literatura, membros da família Physciaceae, especialmente do gênero *Pyxine* (frequentemente encontrado na casca de árvores) e *Dirinaria*, estão associados a áreas urbanas, semiurbanas e industriais, especialmente ao longo de estradas altamente poluídas (Yatawara; Dayananda, 2019). Wolseley e Aguirre-Hudson (1991) afirmaram que essas espécies frequentemente são consideradas tolerantes a poluentes atmosféricos, como óxidos de enxofre, e são usadas como bioindicadores ambientais para avaliar a qualidade do ar.

Os cianolíquens como *Leptogium* e *Collema*, bem como morfotipos crostosos e foliosos, foram registrados em locais com maior incidência de radiação solar em ambos os pontos de coleta. Os cianolíquens exibiam aspecto ressecado, condição que reduzia sua conspicuidade sobre o substrato, sobretudo quando associados a musgos. Além disso, a identificação em campo da maioria dos talos crostosos e foliosos foi dificultada pelas pequenas dimensões do talo e dos propágulos vegetativos.





Com relação à ocorrência de *Leptogium* em ambientes urbanos, é possível que essa interação esteja associada à sua elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. Em geral, seus talos desenvolvem-se preferencialmente em áreas mais úmidas, ocupando uma variedade de substratos (Wolseley, 1991; Sierk, 1964).

Neste estudo, a predominância de espécimes crostosos corrobora os resultados de trabalhos realizados em áreas urbanas sob influência industrial (Scutari & Theinhardt, 2001; Saipunkaew; Wolseley; Chimonides, 2005). De acordo com Ahmadjian (1993), os talos crostosos são pouco estudados no país e frequentemente passam despercebidos durante observações em campo, devido ao seu reduzido tamanho.

Os gêneros identificados como *Coenogonium* foram registrados predominantemente em áreas com maior cobertura do dossel, ocorrendo em árvores de tronco delgado e em posições de altura média a baixa.

A comparação dos resultados evidencia maior diversidade taxonômica e morfológica no ponto de coleta P2, com predominância de líquens crostosos, além da ocorrência de formas filamentosas, gelatinosas e foliosas. Em P1, predominaram formas foliosas, seguidas pelas gelatinosas. Esse padrão pode estar relacionado tanto ao esforço amostral quanto às condições ambientais.

O tamanho reduzido dos propágulos vegetativos e dos talos, associados à condição de ressecamento decorrente da estação climática, podem dificultar a localização dos espécimes e, sobretudo, sua correta identificação taxonômica. Além disso, ferramentas de identificação automatizadas, como o iNaturalist, podem gerar informações inconsistentes, especialmente quando utilizadas por voluntários não-especialistas e sem a devida capacitação. Dessa forma, tornam-se indispensáveis a supervisão e a curadoria dos dados inseridos na plataforma.

De modo geral, a análise em microscopia óptica revelou que a maioria dos exemplares apresentava fotobiontes clorofíceas compatíveis com o gênero *Trebouxia* De Puymaly 1924. Os representantes desse gênero são unicelulares e ocorrem principalmente como simbioses em líquens. As células apresentam forma variável, podendo ser esféricas, ovóides ou





piriformes. O cloroplasto é único por célula, de posição parietal, com morfologia que varia de estrelada a irregularmente lobada. Cada célula pode apresentar de um a vários pirenóides (Bicudo; Menezes, 2006).

Somente um espécime apresentou fotobionte similar ao gênero *Scytonema* C. Agardh ex Bornet & Flahault 1887 (ver Figura 9), descrito por Bicudo e Menezes (2006) como emaranhado de filamentos, que formam massas, e evidente bainha mucilagínosa. Também, ramificações falsas, originadas por fragmentação do tricoma; heterócitos intercalares e solitários.

Dois cianoliquens têm, possivelmente, como ficobionte o gênero *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888 (ver Figura 12). Os talos são coloniais, arredondados, lobados ou irregulares. Os tricomas são frouxos ou densamente emaranhados e sempre envoltos por mucilagem colonial conspicua hialina amarelada ou castanha (Bicudo; Menezes, 2006). Em geral, as espécies de *Nostoc* não suportam ambientes poluídos (Komárek; Komárková; Kling, 2003).

Além disso, dois táxons apresentaram fotobiontes do gênero *Trentepohlia* Martius 1817 (Figuras 13C e F). Indivíduos desse gênero habitam ambientes subaéreos e vivem fixos a diversos tipos de substrato, desde que estejam submetidos a períodos de umidade. O talo é constituído por filamentos unisseriados irregularmente ramificados. As células são comumente quadradas a retangulares em corte óptico, raro em forma de barril (Bicudo; Menezes, 2006).

Todos os espécimes coletados são predominantemente corticícolas. No entanto, três indivíduos analisados também podem ser considerados muscícolas (ver Figuras 9 e 12), uma vez que se desenvolvem associados a musgos. Esses exemplares distinguem-se ainda por apresentarem talo de consistência gelatinosa quando úmidos.

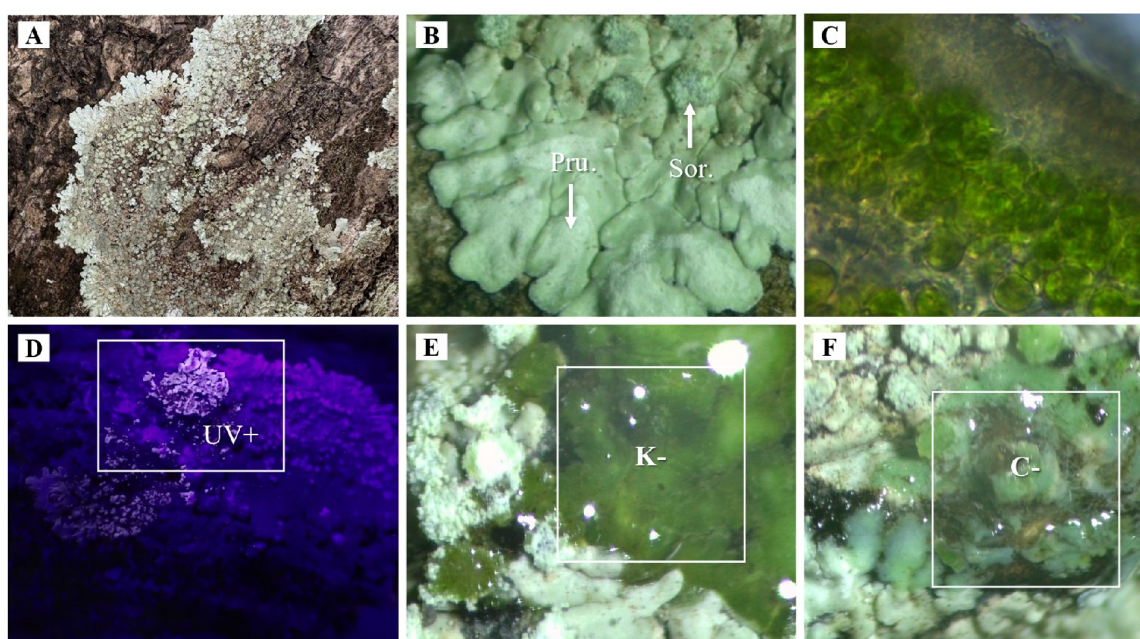
Dois exemplares apresentam talo filamentoso (ver Figura 13), enquanto os demais espécimes analisados apresentam talo folioso. Não foram registrados táxons com talo crostoso ou fruticoso entre os materiais coletados.



O espécime a seguir, da família Physciaceae, identificado pelo iNaturalist como *Dirinaria applanata* (Figura 2), revelou, em estereomicroscópio, a presença de sorédios de forma elevada, além de uma cobertura esbranquiçada (pruína) distribuída ao longo dos lóbulos.

Os testes químicos realizados na superfície superior do talo (reagentes K, C e KC e luz UV) indicaram a ausência de reações cromáticas para K, C e KC. No entanto, sob luz ultravioleta, foi observada fluorescência de coloração branca a prateada, característica relevante para a identificação do táxon.

Figura 2. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *Dirinaria applanata* (UFMA 01). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Fluorescência do talo sob luz ultravioleta. **E.** Reação negativa ao teste K. **F.** Reação negativa ao teste C.



Fonte: Autores (2026)

Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (UV) = Luz ultravioleta; (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





Na mesma área de estudo, os três exemplares a seguir foram sugeridos como *Pyxine soredata*. Contudo, a elevada similaridade morfológica entre os indivíduos exige uma análise mais aprofundada.

O exemplar foi coletado em ambiente com baixa incidência de sombreamento, sobre árvores de pequeno porte. A imagem obtida em campo permite inferir que o líquen apresenta propágulos vegetativos, especificamente sorédios, na região central do talo, evidenciada por contraste de coloração. Em estereomicroscópio, essa estrutura apresenta aspecto farináceo (ver Figura 3).

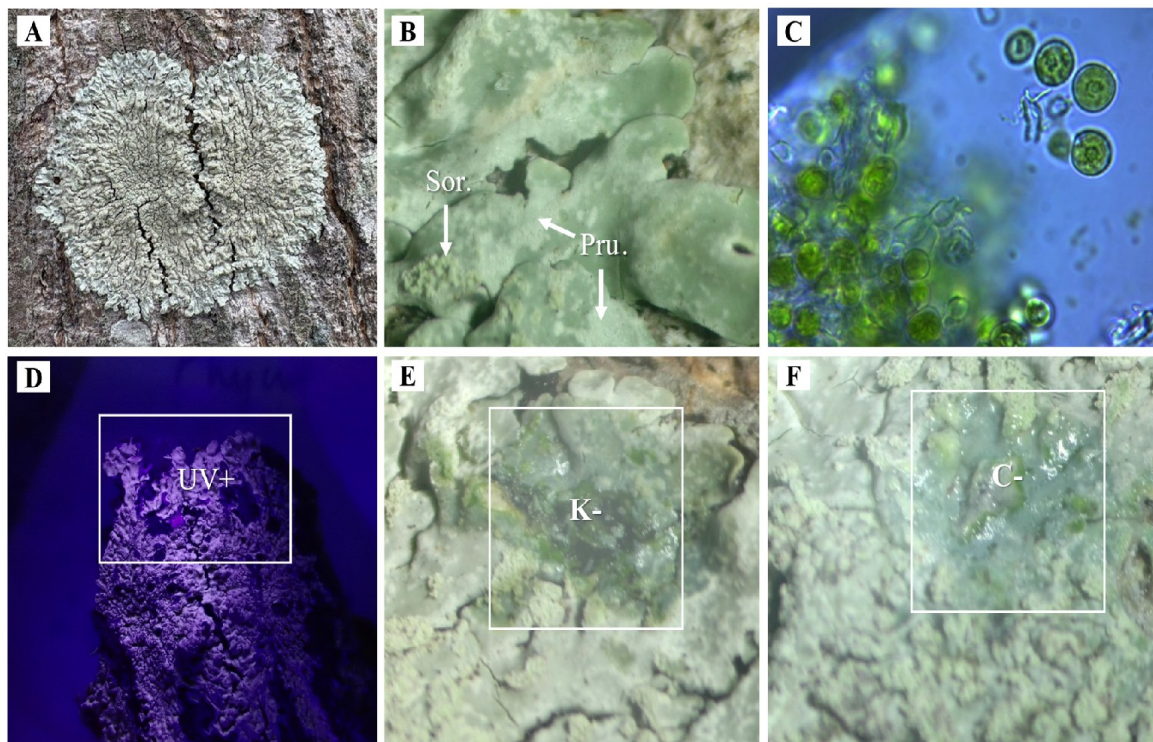
Também revelou a presença de pruína subapical, caracterizada por manchas de aspecto pulverulento. Somente sua presença ou ausência não constitui uma característica distintiva confiável, mas sim a sua distribuição (Barbosa, 2019). Da mesma forma, as pseudocifelas também estavam presentes no exemplar, evidenciadas por rachaduras no talo. Essas estruturas facilitam as trocas gasosas e, embora se assemelham às máculas, distinguem-se pela presença de rachaduras, que podem ser resultados de estresse hídrico ou mecânico, ou estão associadas ao crescimento do talo (Awasthi, 1980).

No indivíduo analisado não foram detectadas máculas. Em *Pyxine*, essas estruturas podem se manifestar como manchas brancas com formas irregularmente lineares a reticulares (Swinscow; Krog, 1978).

Adicionalmente, os testes químicos realizados apresentaram resultados semelhantes aos observados no exemplar anteriormente descrito, não evidenciando reações cromáticas, com exceção da reação sob radiação ultravioleta (UV).



Figura 3. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *Pyxine sorediata* (UFMA 02). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Fluorescência do talo sob luz ultravioleta. **E.** Reação negativa ao teste K. **F.** Reação negativa ao teste C.



Fonte: Autores (2026)

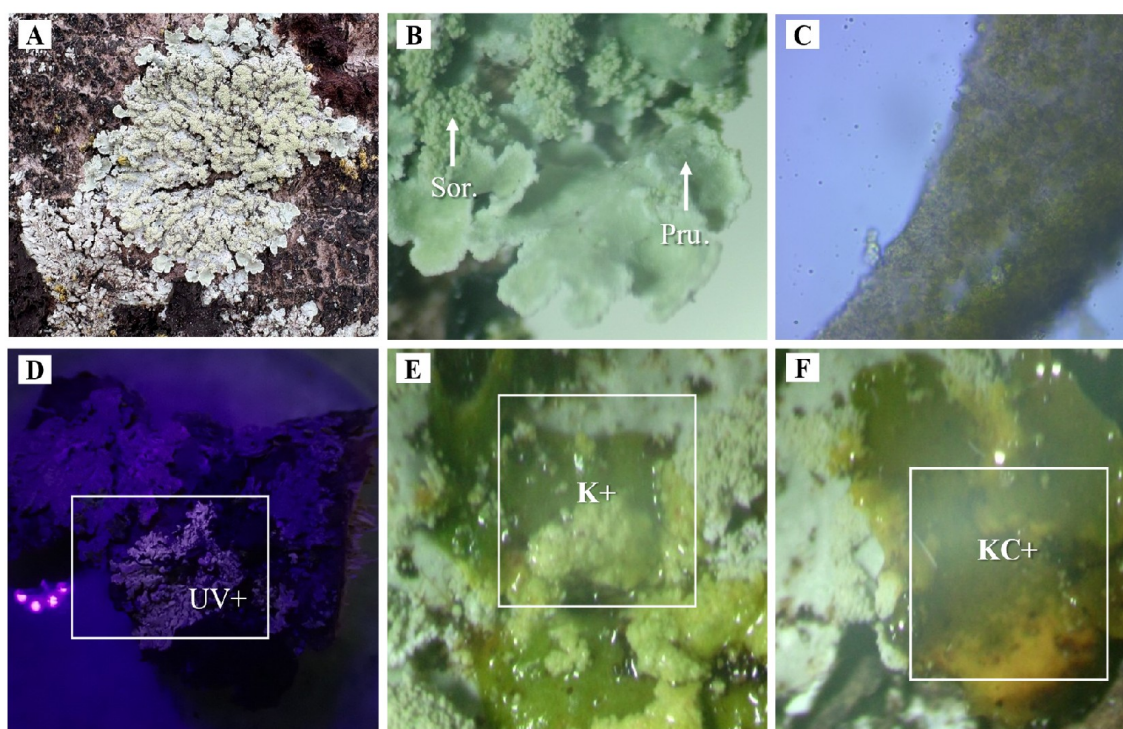
Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (UV) = Luz ultravioleta; (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio.

Em alguns líquens, os sorédios são estruturas difíceis de verificar a olho nu, devido a coloração semelhante ao talo. O exemplar a seguir apresenta essa característica. Além disso, esse tipo de propágulo vegetativo também apresenta aspecto farináceo. Foram identificadas máculas puntiformes, um tipo comumente observado em espécimes do gênero *Physcia* (Swinscow; Krog, 1975).



Embora inicialmente sugerido como pertencente à mesma espécie do exemplar anteriormente descrito, este indivíduo apresentou diferenças nos testes químicos. Observou-se reação positiva nos testes com K e KC, evidenciada por coloração amarela. Além disso, sob radiação ultravioleta, o talo exibiu fluorescência branca a prateada (ver Figura 4D-F).

Figura 4. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *P. sorediata* (UFMA 03). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Fluorescência do talo sob luz ultravioleta. **E.** Reação positiva ao teste K. **F.** Reação positiva ao teste KC.



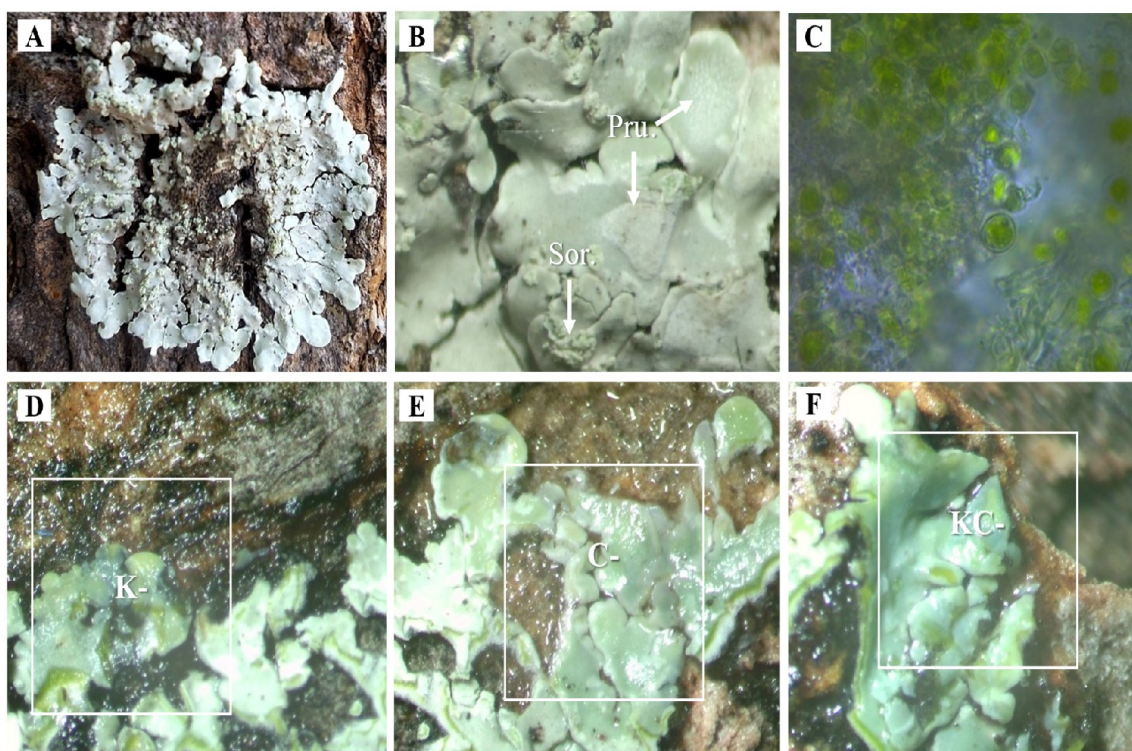
Fonte: Autores (2026)

Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (UV) = Luz ultravioleta; (K) = Hidróxido de potássio; (KC) = Hidróxido de potássio e Hipoclorito de sódio.



Os espécimes a seguir (ver Figuras 5 e 6) também não apresentam pseudocifelas nem máculas. Os talos são firmemente aderidos ao substrato. Os sorédios são farináceos e esparsos. As pruínas estão presentes em posições também subapicais. Os testes de pontos foram negativos, exceto pela luz UV, que reagiu com cor branca em ambos.

Figura 5. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *P. soreliata* (UFMA 04). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Reação negativa ao teste K. **E.** Reação negativa ao teste C. **F.** Reação negativa ao teste KC.



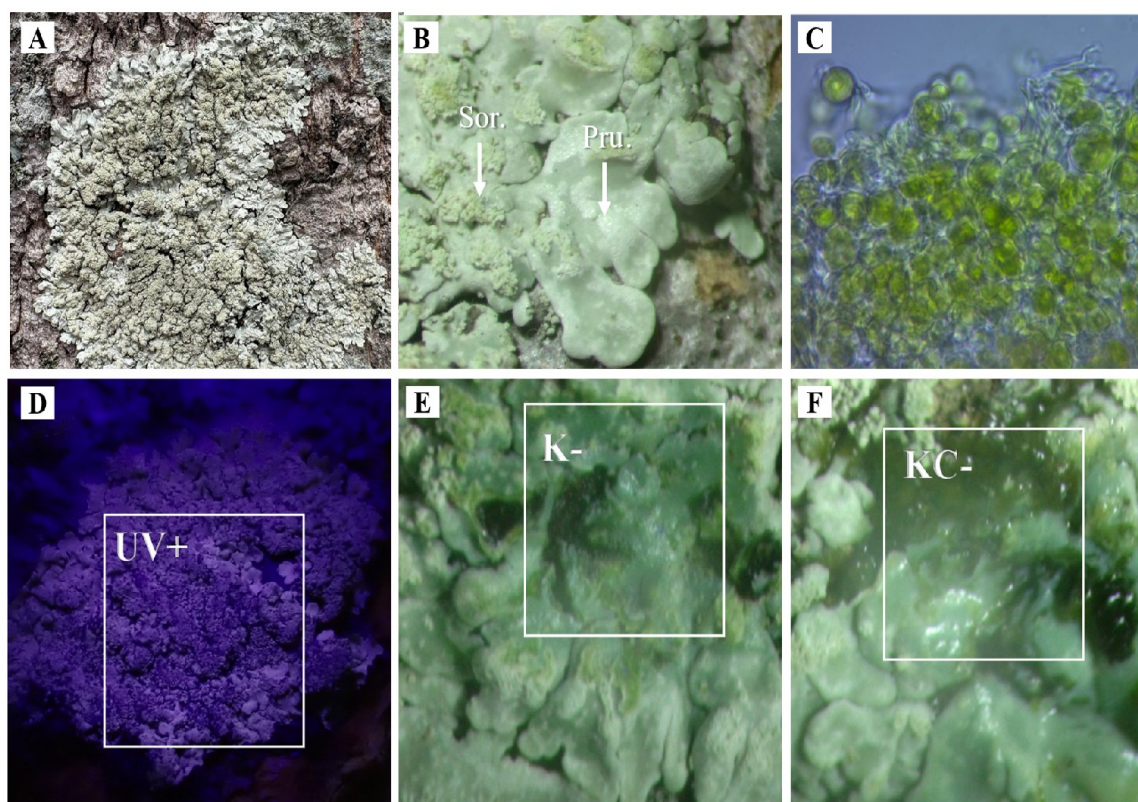
Fonte: Autores (2026)

Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio. (KC) = Hidróxido de potássio e Hipoclorito de sódio.



Apesar das semelhanças observadas entre os dois espécimes, a IA os classificou como pertencentes a espécies distintas, embora inseridas no mesmo gênero. Esse resultado reforça a complexidade inerente à identificação taxonômica dentro dessa família, especialmente quando baseada apenas em características morfológicas sutis. Além disso, evidencia-se a suscetibilidade dos sistemas automatizados a equívocos, destacando a necessidade de validação especializada para assegurar maior precisão nas identificações.

Figura 6. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *Pyxine subcinerea* (UFMA 05). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Fluorescência do talo sob luz ultravioleta. **E.** Reação negativa ao teste K. **F.** Reação negativa ao teste KC.



Fonte: Autores (2026)

Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio; (KC) = Hidróxido de potássio e Hipoclorito de sódio.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)





Conforme as chaves fornecidas por Jungbluth (2010), Jungbluth; Marcelli (2012), Sipman (2002), Awasthi (1975), Swinscow & Krog (1978), Kalb (2004) e Elix (2011), espécies como *Pyxine sorediata*, *Pyxine subcinerea* e *Dirinaria applanata* são caracterizadas pela presença de atranorina no córtex superior, manifestada pela reação K + amarelo. Ademais, no gênero *Pyxine*, quando o teste K é negativo, espera-se uma reação positiva à luz UV (UV+), com fluorescência dourada, o que não foi observado nas amostras analisadas. Assim, para complementar as informações químicas apresentadas por esses táxons, será necessária a realização de um teste de Cromatografia de Camada Delgada (CCD).

Representando a mesma família dos táxons previamente descritos, a observação sugerida como *Physcia millegrana* apresenta talo com pouca integridade, mas sob análise estereomicroscópica foi possível observar alguns aspectos como a presença de sorédios farináceos, bem como de pontos muito pequenos amarronzados. Quanto aos testes químicos, apenas K e KC apresentaram reação positiva, caracterizada por coloração amarela.

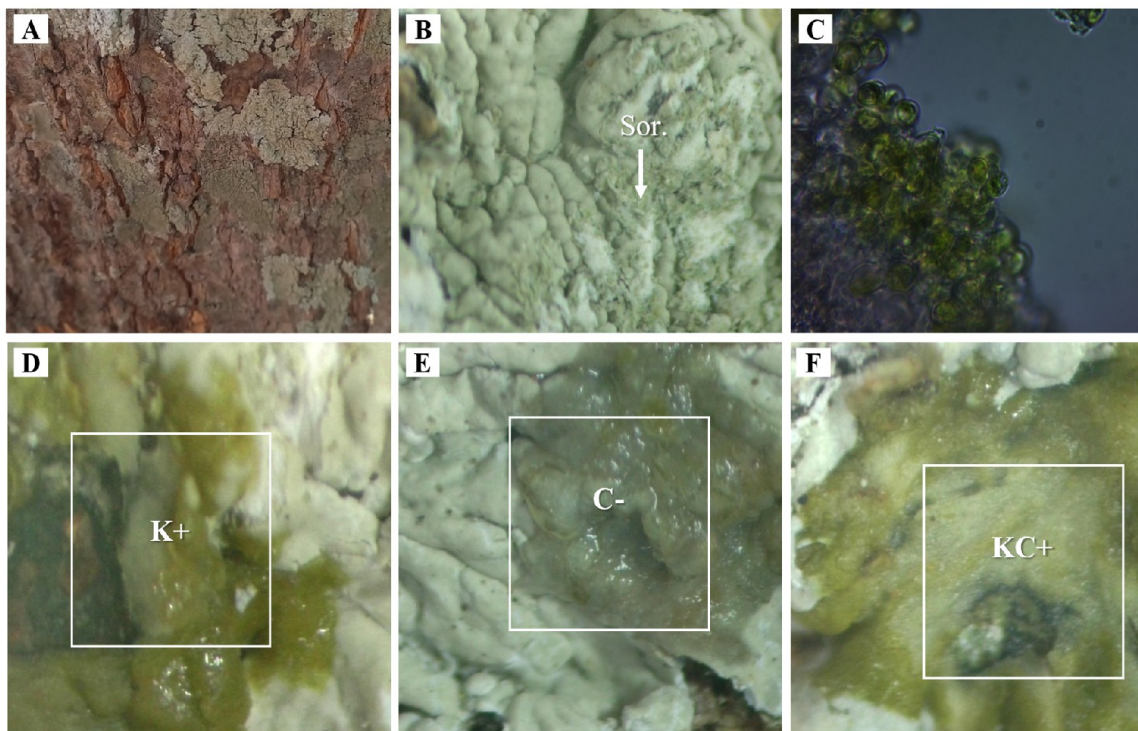
Devido à baixa qualidade da imagem e ao estado de deterioração do talo, a identificação em nível de espécie apresenta baixa confiabilidade. Assim, com base nos caracteres morfológicos disponíveis, considera-se mais adequado restringir a identificação ao nível de família.

A observação sugerida como *Physcia millegrana* exibiu baixa integridade do talo em detrimento de sua análise em laboratório. A partir disso, foi possível verificar alguns aspectos como a presença de sorédios farináceos, bem como de pontos muito pequenos amarronzados. Quanto aos testes químicos, apenas K e KC apresentaram reação positiva, caracterizada por coloração amarela.





Figura 7. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *Physcia millegrana* (UFMA 06). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Reação positiva ao teste K. **E.** Reação negativa ao teste C. **F.** Reação positiva ao teste KC.



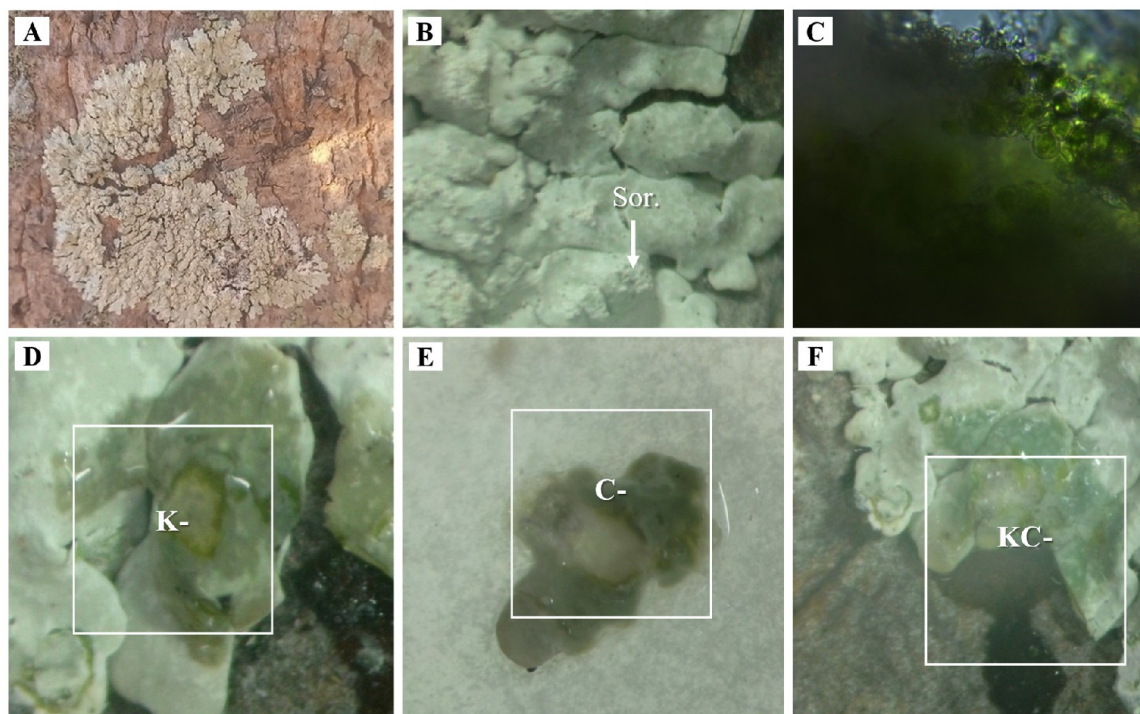
Fonte: Autores (2026)

Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio; (KC) = Hidróxido de potássio e Hipoclorito de sódio.

O táxon a seguir foi sugerido pela IA como *Hyperphyscia adglutinata* (Figura 8A-F). Nesse exemplar a presença de pruínas é menos evidente, bem como a presença de pseudocifelas em alguns pontos do talo. Os sorédios também são esparsados e com aspecto farináceo. Os testes químicos foram negativos.



Figura 8. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *Hyperphyscia adglutinata* (UFMA 07). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio. **C.** Fotobiontes do tipo trebouxioide. **D.** Reação negativa ao teste K. **E.** Reação negativa ao teste C. **F.** Reação negativa ao teste KC.



Fonte: Autores (2026)

Legenda: (pru.) = Pruínas; (sor.) = Sorédios; (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio..(KC) = Hidróxido de potássio e Hipoclorito de sódio.

A Figura 9 corresponde a um exemplar coletado e sugerido como *Phaeophyscia hirsuta*. O espécime apresenta somente isídios de coloração mais escura que o talo, distribuídos ao longo de praticamente toda a extensão do mesmo. A superfície superior do talo apresenta coloração em tons mais escuros, próximos ao cinza (Figura 9B), o que inviabilizou a realização dos testes químicos. Pseudocifelas, pruínas, máculas e nem sorédios foram observados neste espécime.

Dessa forma, a identificação atribuída ao exemplar mostrou-se incompatível com tal espécie. Conforme descrito por Svoboda (1978), *Phaeophyscia hirsuta* apresenta pelos hialinos na face superior dos lobos, sorédios isidioides e associação com fotobionte

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

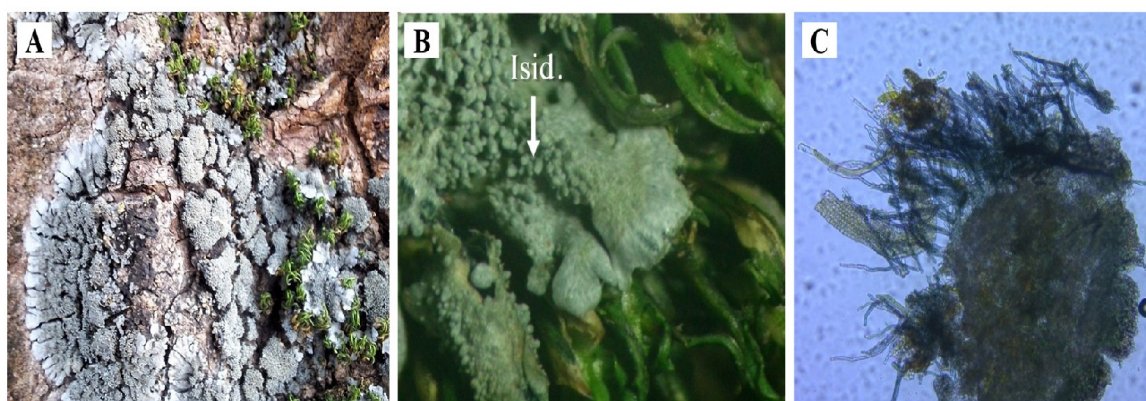
A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





clorofíceo. Já o espécime analisado, entretanto, possui isídios verdadeiros e encontra-se associado a uma cianobactéria. A atribuição equivocada pode ser parcialmente justificada pelo hábito muscícola da espécie sugerida; contudo, a discordância nos caracteres morfológicos e simbióticos essenciais inviabiliza a manutenção dessa identificação.

Figura 9. Características morfológicas e químicas do exemplar identificado como *Phaeophyscia hirsuta* (UFMA 08). **A.** Registro em campo. **B.** Detalhe das estruturas sob estereomicroscópio (Isid. = isídios). **C.** Fotobionte do gênero *Scytonema*.



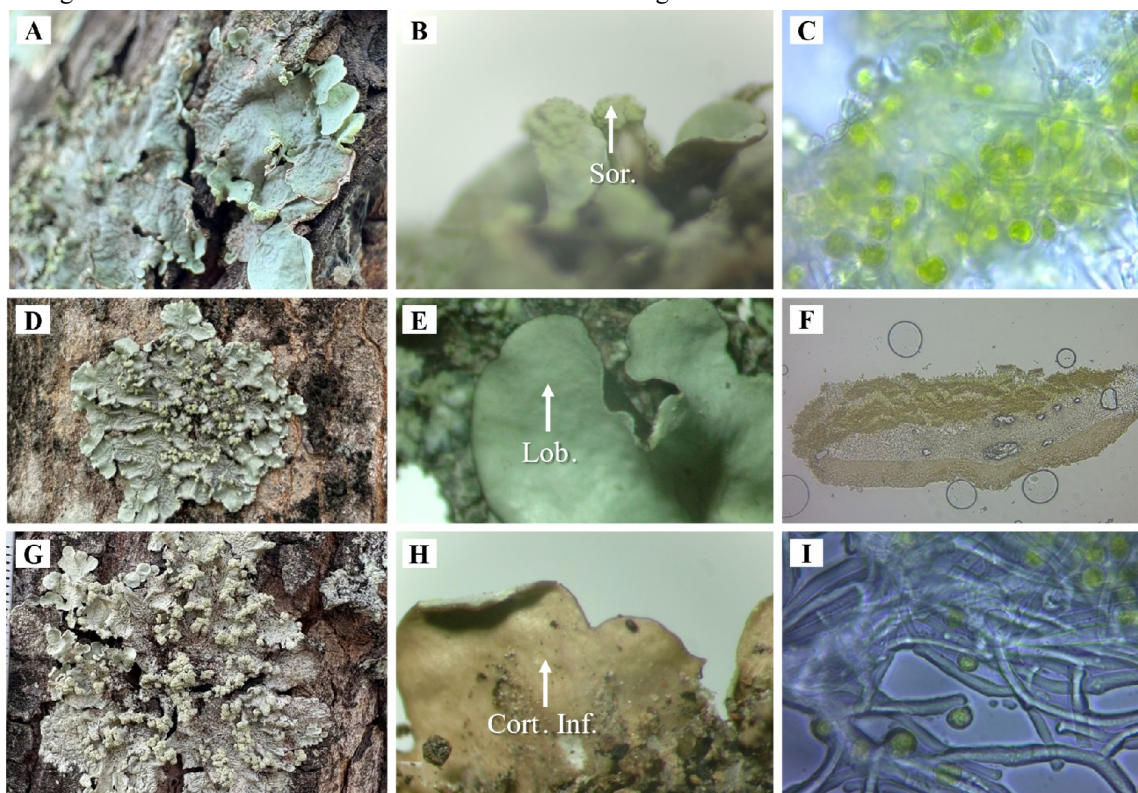
Fonte: Autores (2026)

Legenda: (Isid.) = Isídio.

Apenas três exemplares foram identificados como pertencentes à família Parmeliaceae, dos quais dois foram sugeridos como subfamília Parmelioideae. Os espécimes são caracterizados como corticícolas de morfologia foliosa, com presença de sorédios nas bordas dos lóbulos. A superfície superior é verde, com tons cinzas, já a superfície inferior é marrom. Os lobos são largos, de superfície lisa. O fotobionte é uma alga verde do tipo trebouxioide, com divisão de camadas (talo hererômero).



Figura 10. Características morfológicas de três exemplares de Parmeliaceae: (UFMA 09) e subfamília Parmelioideae (UFMA 10-11). **A–C.** Detalhes morfológicos e fotobionte de UFMA 09. **D–F.** Detalhes morfológicos e fotobionte de UFMA 10. **G–I.** Detalhes morfológicos e fotobionte de UFMA 11.



Fonte: Autores (2026)

Legenda: (Sor.) = Soréδιο; (Lob.) = Lobos; (Cort. Inf.) = Córtex inferior.

Conforme as descrições de Canêz (2005) e Benatti & Marcelli (2009), essa família caracteriza-se por talo heterômero, com córtex superior e inferior bem definidos, presença de rizinas, associação com fotobionte clorofíceas do gênero *Trebouxia*, lóbulos largos, de ápices arredondados e frouxamente aderidos ao substrato, além do teste químico K⁺ amarelo, C[–], KC⁺ amarelo e UV[–].

Os três exemplares também foram submetidos aos testes químicos, apresentando resultados idênticos. Desse modo, como exemplificado na figura abaixo (Figura 11A-C), esses resultados corroboram a descrição taxonômica da família à qual os espécimes foram atribuídos.

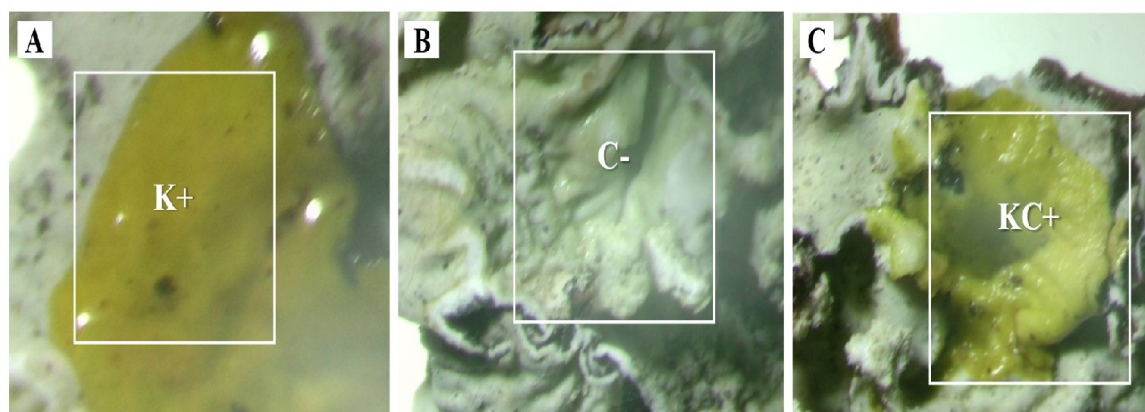
Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





Figura 11. Visualização das características químicas de um dos exemplares sugeridos como pertencentes à família Parmeliaceae (UFMA 09). **A.** Reação positiva ao teste K. **B.** Reação negativa ao teste C. **C.** Reação positiva ao teste KC.



Fonte: Autores (2026)

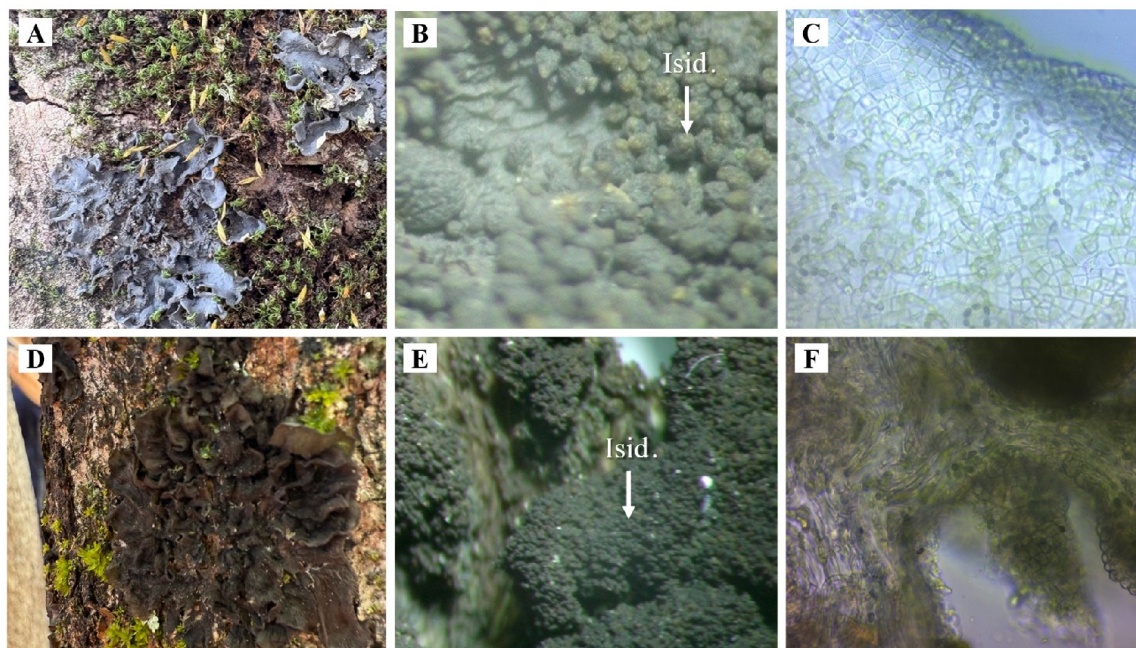
Legenda: (K) = Hidróxido de potássio; (C) = Hipoclorito de sódio..(KC) = Hidróxido de potássio e Hipoclorito de sódio.

Os espécimes de talo escuro foram sugeridos pertencentes aos gêneros *Leptogium* (Figura 12A-C) e *Collema* (12D-F). Os dois espécimes são muito semelhantes. Ambos apresentam isídios arredondados e localizados na porção central do talo. A superfície superior é escura e rugosa. Os lobos são arredondados e pouco aderidos ao substrato.

O gênero *Leptogium* caracteriza-se pelo hábito corticícola e muscícola, lóbulos arredondados, presença de isídios e talo de coloração cinza enegrecida, que adquire aspecto gelatinoso quando molhado. Ao comparar essas características com as observadas nas amostras analisadas, verifica-se uma maior correspondência com o padrão morfológico descrito.



Figura 12. Características morfológicas de exemplares da família Collemataceae. **A-C.** Detalhes morfológicos e fotobionte de um exemplar sugerido como gênero *Leptogium* (UFMA 12). **D-F.** Detalhes morfológicos e fotobionte de um exemplar sugerido como gênero *Collema* (ITA 15).



Fonte: Autores (2026)

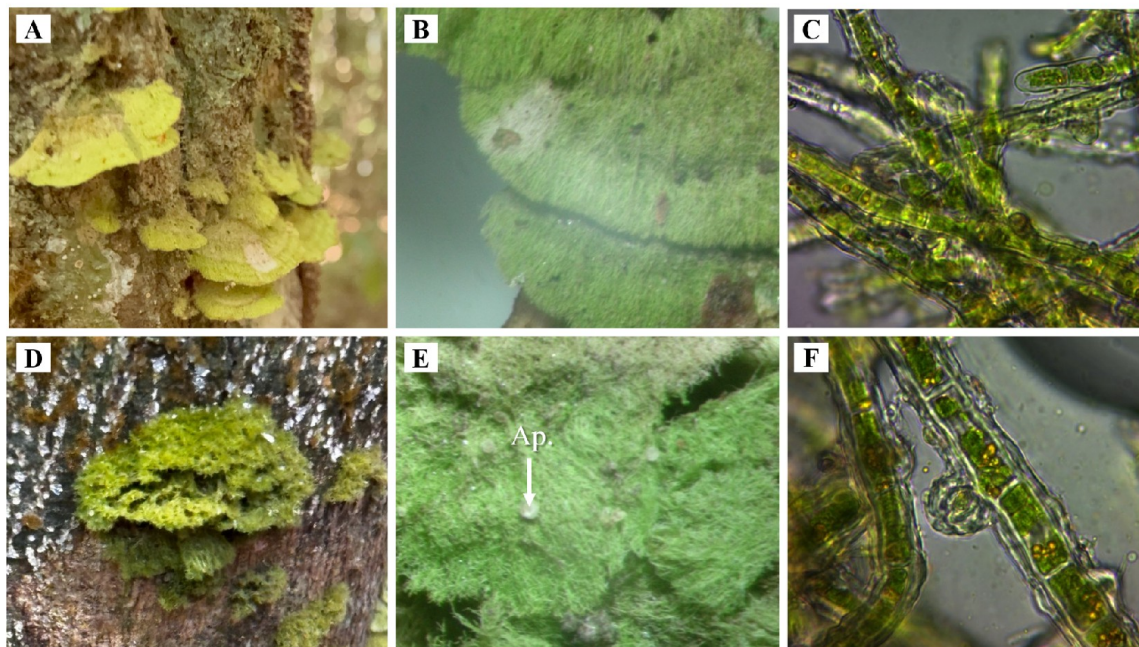
Legenda: (Isid.) = Isídio.

Os dois espécimes analisados foram sugeridos como *Coenogonium* (Figura 13A-C) e *Coenogonium implexum* (Figura 13D-F). A observação em lupa permitiu verificar a presença de apotécios do tipo biatorino, com coloração alaranjada, característica compatível com o gênero. Testes químicos não se mostraram necessários para essa etapa de identificação. No entanto, para a confirmação em nível de espécie, são recomendadas análises moleculares complementares.

O gênero *Coenogonium* é o único da família Coenogoniaceae caracterizado por apresentar talo crostoso ou filamentosos, fotobionte trentepohlióide, apotécios do tipo biatorino, com coloração variando de amarelo a laranja ou marrom, além da ausência de metabólitos secundários (Rivas Plata et al., 2006; Ferraro; Michlig, 2013).



Figura 13. Características morfológicas de exemplares da família Coenogoniaceae. **A-C.** Detalhes morfológicos e fotobionte de um exemplar sugerido como gênero *Coenogonium* (ITA 13). **D-F.** Detalhes morfológicos e fotobionte de um exemplar sugerido como espécie *Coenogonium implexum* (ITA 14).



Fonte: Autores (2026)

Legenda: (Ap.) = Apotécio.

As características desse gênero são únicas e de fácil reconhecimento, permitindo sua distinção em relação a outros grupos. Além disso, tais atributos são, em geral, bem evidentes em campo, o que facilita sua detecção.

CONCLUSÃO

O iNaturalist demonstrou contribuição significativa para o compartilhamento de dados sobre a diversidade liquênica nos pontos analisados, além de desempenhar papel importante no engajamento e no apoio aos estudantes durante as atividades. No entanto, os resultados indicam a necessidade de aprimoramentos na plataforma, especialmente no que se refere à confiabilidade das identificações.

**Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social**

**A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)**





Observou-se a presença de um viés nas sugestões automatizadas: imagens de baixa qualidade ou estruturas morfológicas diminutas tendem a direcionar o sistema para identificações mais específicas em nível de espécie, possivelmente com base em probabilidades geográficas em detrimento de características taxonômicas. Em contraste, espécimes com registros de alta qualidade e maior detalhamento morfológico resultam, com frequência, em classificações menos específicas (como família ou subfamília), indicando uma abordagem mais cautelosa e potencialmente mais precisa por parte da plataforma.

A dificuldade de perceber líquens no ambiente, ou de identificá-los por meio do iNaturalist, pode ser explicada, em parte, pelas condições climáticas típicas de centros urbanos. Características como a baixa presença de propágulos vegetativos, o reduzido tamanho do talo e o aspecto frequentemente ressecado desses organismos tornam sua observação em campo mais desafiadora.

Esses são obstáculos adicionais a atividades realizadas com voluntários sem experiência prévia, já que a identificação e análise dos líquens se tornam menos evidentes. Nesse contexto, a supervisão desempenha papel fundamental, pois garante orientação adequada e suporte durante as atividades, contribuindo tanto para a precisão das observações quanto para o aprendizado dos participantes.

Além disso, verificou-se maior diversidade de líquens em áreas com menor grau de perturbação antrópica. A ocorrência de representantes da família Physciaceae em ambientes mais poluídos e fragmentados reforça o potencial de alguns de seus táxons como referências de bioindicadores tolerantes.

O estudo evidencia a importância do levantamento de líquens em áreas urbanas e especialmente em regiões onde o estudo é escasso. Portanto, ampliar o registro e o compartilhamento dessas informações é fundamental para o avanço do conhecimento e para a conservação da biodiversidade líquênica.





AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - 408352/2023-0); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES Nº: 0762/2020/88881.510069/2020-01 e CAPES FINANCE CODE 001); Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA UNIVERSAL-06428/22).

REFERÊNCIAS

AHMADJIAN, V. **The Lichen Symbiosis**. Nordic Journal of Botany, v. 14, n. 5, p. 588–588, 1993.

ALLEN, J. L.; LENDEMER, J. C.; HOFFMAN, J. R. **Urban Lichens: A Field Guide for Northeastern North America**. [S.l.]: Yale University Press, 2021. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/j.ctv1zqdvq6>. Acesso em: 17 abr. 2026.

ARISTEIDOU, M.; HERODOTOU, C.; BALLARD, H. L.; YOUNG, A. N.; MILLER, A. E.; HIGGINS, L.; JOHNSON, R. F. **Exploring the participation of young citizen scientists in scientific research: The case of iNaturalist**. PLOS ONE, [S.l.], v. 16, n. 1, p. e0245682, 19 jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245682>.

APTROOT, A.; CÁCERES, M. E. da S.; SANTOS, L. A. dos; BENATTI, M. N.; CANÊZ, L.; FORNO, M. D.; FEUERSTEIN, S. C.; JUNIOR, C. A. V. F.; GERLACH, A. C. L.; GUMBOSKI, E. L.; JUNGBLUTH, P.; KÄFFER, M. I.; KALB, K.; KOCH, N. M.; LÜCKING, R.; TORRES, J.-M.; SPIELMANN, A. A. **The Brazilian lichen checklist: 4,828 accepted taxa constitute a country-level world record**. The Bryologist, [S.l.], v. 128, n. 2, p. 96–423, jun. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1639/0007-2745-128.2.96>.

AWASTHI, D.D. **A Monograph of the Lichen Genus Dirinaria**. Bibliotheca Lichenologica No. 2, J. Cramer, Lehre. 108 pp. 1975.

AWASTHI, D.D. **Pyxine in India**. Phytomorphology 30: 359–379. 1980.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição
(CC BY)





BARBOSA, T. D. **Caliciaceae foliosas em Mato Grosso do Sul, Bahia**. Tese (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, p. 209. 2019.

BENATTI, M. N. & MARCELLI, M. P. **Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo**. Acta Botanica Brasilica 21: 863-878. 2007.

BENATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. **Espécies de Parmotrema (Parmeliaceae, Ascomycetes liquenizados) com medula pigmentada do litoral centro-sul do Estado de São Paulo**. Hoehnea, v. 36, p. 597–612, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062009000400003>. Acesso em: dez. 2025.

BICUDO, C. E.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. Chave para identificação e autorização. Editora Rima, Brasil. 2006.

BOTELHO RODRIGUES, J.; SILVA, D.; SALES, L.; CANTANHEDE, K.; FREITAS, S.; CABRAL, A.; ALVES, B.; AROUCHE, J.; JÚNIOR, F.; SILVA, A. **Levantamento e caracterização dos impactos ambientais na área de preservação do Itapiracó, São Luís/MA**. Nature and Conservation, v. 13, p. 31–36, 15 jul. 2020.

CANÊZ, L. da S. **A família Parmeliaceae na localidade de Fazenda da Estrela, município de Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil**. [S.l.], 2005. Disponível em: <http://repositorio.unisc.br:8080/jspui/handle/11624/712>. Acesso em: 15 set. 2025.

CANSARAN-DUMAN, D.; ATAKOL, O.; ARAS, S. **Assessment of air pollution genotoxicity by RAPD in Evernia prunastri L. Ach. From around iron-steel factory in Karabük, Turkey**. Journal of Environmental Sciences, v. 23, n. 7, p. 1171-1178, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22125911>>. Acesso em: dez. 2025.

CORREA, E. J. O. et al. **Plantas nativas e naturalizadas com potencial ornamental do campus Dom Delgado, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 29 jun. 2023. v. 18, n. 2, p. 60–76.

COSTA, L. B. da S.; ALMEIDA JR, E. B. **Checklist da flora fanerogâmica e mapeamento das áreas de fragmentos florestais urbanos em São Luís, Maranhão**. Revista Equador, v. 9, n. 3, p. 26–39, 2020.





ELIX, J. A. **Australian Physciaceae (Lichenised Ascomycota)**. Australian Biological Resources Study, Canberra. Version 18 October 2011. Disponível em: <<http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/PHYSCIACEAE.html>> Acesso em: jan. 2026.

EWERS, R. M.; THORPE, S.; DIDHAM, R. K. **Synergistic interactions between edge and area effects in a heavily fragmented landscape**. Ecology, v. 88, n. 1, p. 96-106, 2007.

Disponível em:

<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/00129658%282007%2988%5B96%3ASIBEAA%5D2.0.CO%3B2>. Acesso: 04 dez. 2025.

FERRARO, L. I.; MICHLIG, A. **New species and additional records of Coenogonium (Ostropales: Coenogoniaceae) from southern South America**. The Lichenologist 45(4): 497–504. <https://doi.org/10.1017/S0024282913000169>. 2013.

GRIMM, M.; GRUBE, M.; SCHIEFELBEIN, U.; ZÜHLKE, D.; BERNHARDT, J.; RIEDEL, K. **The Lichens' Microbiota, Still a Mystery?** Frontiers in Microbiology, [S.l.], v. 12, 2021.

Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.623839>. Acesso em: 17 jan. 2024.

HALE, M. E. **How to know the lichens**. 2 ed. WCB/ McGraw-Hill, Boston. 1987.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

Geociências Biomas. 2019. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=sobre>. Acesso em: 27 dez. 2025.

JUNGBLUTH, P. **Estudos taxonômicos em Physcia (Schreb.) Michx. e Pyxine Fr.** Tese de doutorado. Instituto de São Paulo, São Paulo–SP, Brasil. 228 p. 2010.

JUNGBLUTH, P.; MARCELLI, M. P. **Identificação de Physciaceae s.l. foliosas brasileiras**. 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/137184>>. Acesso em: 14 set. 2025.

KÄFFER, M. I.; MARCELLI, M. P.; GANADE, G. Distribution and Composition of the Lichenized Mycota in a Landscape Mosaic of Southern Brazil. Acta Botanica Brasilica, v. 24, p. 790–802, 2010.





KALB, K. Dirinaria. In: Nash III, TH, Ryan, B.D., Diederich, P., Gries, C. & Bungartz, F. (eds.). **Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region**, Vol. 2: 98103. Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe, Arizona. 2004.

KITAURA, M. J. **Estudos taxonômicos de Leptogium (Ach.) S. F. Gray (Collemataceae, fungos liquenizados)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2012.

KOBAYASHI, H.; HAKLAY, M. **The analysis of participants in citizen science projects**. [s.l.] Zenodo, 22 jan. 2026. Disponível em: <<https://zenodo.org/records/18682526>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

KOMÁREK, J., KOMÁRKOVÁ, J. AND KLING, H. **Filamentous Cyanobacteria**. In: Sheath, R.G. and Wehr, J.D., Eds., **Freshwater Algae of North America**, Elsevier, Amsterdam, 117-196. 2003.

LEAVITT, S.; LUMBSCH, T. **Ecological Biogeography of Lichen-Forming Fungi**. 19 mar. 2016. p. 15–37. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-29532-9_2. Acesso em: dez. 2025.

MACKECHNIE, C.; MASKELL, L.; NORTON, L.; ROY, D. The role of ‘Big Society’ in monitoring the state of the natural environment. *Journal of Environmental Monitoring*, [S.l.], v. 13, n. 10, p. 2687–2691, 4 out. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C1EM10615E>.

MAIA, L. C. et al. Diversity of Brazilian fungi. *Rodriguésia*, [S. l.], v. 66, p. 1033–1045, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566407>

MALCOLM, W. M. & GALLOWAY, D. J. **New Zeland Lichens**: Checklist, Key and Glossary. Museum of New Zealand Te Papa, Tongarewa. 1997.

MCMULLIN, R. T.; ALLEN, J. L. An assessment of data accuracy and best practice recommendations for observations of lichens and other taxonomically difficult taxa on iNaturalist. *Botany*, [S.l.], v. 100, n. 6, p. 491–497, jun. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1139/cjb-2021-0160>.

MARCELLI, M. P. **History and current knowledge of Brazilian lichenology**. In: Marcelli, M. P. & Seaward, M. R. D. (Eds.). **Lichenology in Latin America: History, current knowledge and application**. CETESB, São Paulo, Brasil, p.25-45. 1998.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL:
Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





MUNZI, S.; CORREIA, O.; SILVA, P.; LOPES, N.; FREITAS, C.; BRANQUINHO, C.; PINHO, P. **Lichens as Ecological Indicators in Urban Areas: Beyond the Effects of Pollutants.** *Journal of Applied Ecology*, v. 51, n. 6, p. 1750–1757, 2014.

MUNZI, S.; GIOVANETTI, M. **Wanted: virtual or live! How lichens are becoming part of mass internet culture.** *Symbiosis*, [S.l.], v. 84, n. 3, p. 285–293, 1 jul. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13199-021-00780-6>.

NASCIMENTO, G. S.; DANTAS, J. G.; FILHO, M. A. C. de B.; BRITO, R. M. S. de; MORAES, T. R.; ANDRADE, T. de S. de O. M.; LOPES, H. S.; CARVALHO, P. C. de A. P. de; TEIXEIRA, W. C. da S. **Análise cartográfica da área de proteção ambiental do Itapiracó São Luís/MA (Brasil).** *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 5, p. 309–316, 5 jun. 2020.

NAÇÕES UNIDAS. **World Urbanization Prospects 2025: Summary of Results.** UN DESA/POP/2025/TR/NO. 12. New York: United Nations. 2025. Disponível em: population.un.org. Acesso em: 17 abr. 2026.

ORANGE, A.; JAMES, P.W.; WHITE, F.J. **Microchemical methods for the identification of lichens.** British Lichen Society. 101p. 2001.

PANTOJA, M. F. **A importância da revitalização do Complexo da Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, São Luís, Maranhão, para a melhoria da qualidade de vida das comunidades do entorno.** *Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia*, v.1, n.13, p. 1-18, 2017.

RIVAS PLATA, E., LÜCKING, R., APTROOT, A., SIPMAN, H. J. M., CHAVES, J. L., UMAÑA, L. & LIZANO, D. **A first assessment of the Ticolichen biodiversity inventory in Costa Rica: the genus Coenogonium (Ostropales: Coenogoniaceae), with a world-wide key and checklist and a phenotype-based cladistic analysis.** *Fungal Diversity* 23: 255–321. 2006.

RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in South Brazil. 1998.** These (Doctor of Philosophy) – Harvard University, Cambridge, 1998. Disponível em: <https://www.ipef.br/servicos/tesearquivos/rodrigues,e.pdf>. Acesso em: set. 2025.





SAIPUNKAEW, W.; WOLSELEY, P.; CHIMONIDES, P. **Epiphytic lichens as indicators of environmental health in the vicinity of Chiang Mai city, Thailand.** *The Lichenologist*, v. 37, p. 345–356, 1 jul. 2005.

SCUTARI, N. C.; THEINHARDT, N. I. **Identification of urban lichens in the field: A case study for Buenos Aires City (Argentina).** *Mycotaxon -Ithaca Ny-*, v. 80, p. 427–445, 1 out. 2001.

SIERK, H. A. **The genus *Leptogium* in North America North of Mexico.** *The Bryologist* 67: 245–317. 1964.

SIPMAN, H. **Compiled, provisional key to the species of *Hyperphyscia* with short diagnoses.** Versão 3 de outubro de 2002. Disponível em: <<http://www.bgbm.org/sipman/keys/Hyperphyscia.htm>>. Acesso em: jan. 2026.

SPRIBILLE, T.; TUOVINEN, V.; RESL, P.; VANDERPOOL, D.; WOLINSKI, H.; AIME, M. C.; SCHNEIDER, K.; STABENTHEINER, E.; TOOME-HELLER, M.; THOR, G.; MAYRHOFFER, H.; JOHANNESSEN, H.; MCCUTCHEON, J. P. **Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens.** *Science, New York, N.Y.*, v. 353, n. 6298, p. 488–492, 29 jul. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aaf8287>. Acesso em: dez.2025.

SVOBODA, D. ***Phaeophyscia hirsuta*—a little known lichen in the Czech Republic.** 1 jan. 1978.

SWINSCOW, T.D.V.; KROG, H. **The genus *Dirinaria* in East Africa.** *Norwegian Journal of Botany* 25: 157-168. 1978.

UNDERWOOD, E.; TAYLOR, K.; TUCKER, G. The use of biodiversity data in spatial planning and impact assessment in Europe. *Research Ideas and Outcomes*, [S.l.], v. 4, p. e28045, 2 jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/rio.4.e28045>.

UNGER, S.; ROLLINS, M.; TIETZ, A.; DUMAIS, H. **iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities.** *Journal of Biological Education*, [S.l.], v. 55, p. 1–11, 15 mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114>.

WEBSTER, J.; WEBER, R. W. S. **Introduction to Fungi.** 3rd. ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 6 (2026) - DOSSIÊ ESPECIAL: Conhecimento, Formação e Transformação Social

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





WOLSELEY, P. A.; AGUIRRE-HUDSON, B. **Lichens as Indicators of Environmental Change in the Tropical Forests of Thailand.** Global Ecology and Biogeography Letters, v. 1, n. 6, p. 170–175, 1991.

WOLSELEY, P. A. **Observações sobre a composição e distribuição de 'Lobarion' em florestas do sudeste asiático.** Pp 217-243. Em: Galloway, DJ (ed). Líquens tropicais: sua sistemática, conservação e ecologia, edição especial da Systematics Association. Oxford, Clarendon Press. 1991.

YATAWARA, M.; DAYANANDA, N. **Use of Corticolous Lichens for the Assessment of Ambient Air Quality along Rural-Urban Ecosystems of Tropics: A Study in Sri Lanka.** Environmental Monitoring and Assessment, v. 191, n. 3, p. 179, 22 fev. 2019.

Recebido em: 25/04/2026

Aprovado em: 20/05/2026

Publicado em: 18/06/2026

