



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE FUNGOS

LIDIANE ALVES DOS SANTOS

**ESTUDO TAXONÔMICO E FILOGENÉTICO DE LIQUENS LECANOROIDES DO
BRASIL: *LECANORA*, *TEPHROMELA* E *VAINIONORA* (LECANORALES,
ASCOMYCOTA)**

Recife
2023

LIDIANE ALVES DOS SANTOS

ESTUDO TAXONÔMICO E FILOGENÉTICO DE LIQUENS LECANOROIDES DO
BRASIL: *LECANORA*, *TEPHROMELA* E *VAINIONORA* (LECANORALES,
ASCOMYCOTA)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia, do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Biologia de Fungos.

Área de concentração: Micologia Básica

Orientadora: Marcela Eugenia da Silva Cáceres

Coorientador: André Aptroot

Coorientador: Robert Lücking

Recife

2023

Catálogo na Fonte:
Bibliotecária Natália Nascimento, CRB4/1743

Santos, Lidianne Alves dos.

Estudo taxonômico e filogenético de líquens lecanoroides do Brasil: *Lecanora*, *Tephromela* e *Vainionora* (Lecanorales, Ascomycota). / Lidianne Alves dos Santos. – 2023.

201 f. : il., fig.; tab.

Orientadora: Marcela Eugenia da Silva Cáceres.

Coorientador: André Aptroot.

Coorientador: Robert Lücking

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia de fungos, 2023.

Inclui referências.

1. Lecanoraceae. 2. Tephromelataceae. 3. Filogenia. 4. Neotropical. 5. Sistemática de líquens. I. Cáceres, Marcela Eugenia da Silva. (orient.). II. Aptroot, André. (coorient.). III. Lücking, Robert. (coorient.). IV. Título.

LIDIANE ALVES DOS SANTOS

ESTUDO TAXONÔMICO E FILOGENÉTICO DE LIQUENS LECANOROIDES DO
BRASIL: *LECANORA*, *TEPHROMELA* E *VAINIONORA* (LECANORALES,
ASCOMYCOTA)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Biologia de Fungos.

Aprovada em: 18/04/2023

BANCA EXAMINADORA

Dra. Marcela Eugenia da Silva Cáceres – (Orientadora) / Departamento de
Biociências - Universidade Federal de Sergipe

Profº. Dr. Roger Fagner Ribeiro Melo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profª. Dr. José Luiz Bezerra (Examinador Interno)
Universidade Federal do Recôncavo Baiano

Drª. Manuela Dal Forno (Examinadora Externa)
Botanical Research Institute of Texas

Dra. Maria de Lourdes Lacerda Buriel (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me permitir viver e concluir essa etapa. Agradeço por me capacitar e nunca me deixar desistir, mesmo diante de obstáculos que pareciam intransponíveis.

À minha família por todo apoio, amor e força. Em especial, a Carlos Eduardo e Roziane Santana, sem o apoio de vocês eu não teria nem iniciado minha graduação.

À minha mãe Maria Alves, meu exemplo de força e coragem e à minha irmã Lívia Santana, meu exemplo de fé e persistência. Obrigada por suas orações.

Ao meu irmão Marcos Roberto, obrigada por toda preocupação e cuidado.

À Janiele Naiara pelo amor, respeito, companheirismo e compreensão. Agradeço por estar comigo em todos os momentos. Você foi essencial não só por nunca me deixar desanimar, mas também pelas incontáveis vezes que se dispôs a mudar toda sua rotina para me ajudar nas idas e vindas para buscar materiais para o laboratório.

À minha orientadora Dra. Marcela Cáceres pela oportunidade que me foi dada a quase dez anos atrás, essa que me permitiu crescer quanto profissional, e me possibilitou chegar até onde jamais pude imaginar. Agradeço por seus ensinamentos, confiança, respeito e carinho durante todo esse tempo.

Ao Dr. Robert Lücking, pela co-orientação, por me apresentar e me ensinar sobre esse mundo das análises filogenéticas. Além de dedicar seu precioso tempo na discussão e leitura dos artigos.

Ao Dr. André Aptroot, pela co-orientação, pela sua disposição em contribuir para minha formação profissional desde o mestrado, compartilhando seu valioso tempo e conhecimento, quer seja durante as coletas, quer na identificação dos líquens ou mesmo na complexa identificação química de *Lecanora*.

Ao MSc. Isaías de Oliveira, pela parceria em todos os minicursos, trabalhos e coletas. Obrigada por sempre estar disposto a me ouvir, a ser “meu contato” em Recife e por sempre partilhar seu conhecimento comigo.

Ao Dr. José Luiz Bezerra, Dra. Manuela Dal Forno, Dr. Roger Fagner Ribeiro Melo, Dra. Maria de Lourdes Lacerda Buril, Dra. Leonor Costa Maia e Dra. Nadja Santos Vitória por aceitarem participar da minha banca de Doutorado em Biologia de Fungos

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos.

À Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biociências e ao Laboratório de Liquenologia e Biologia molecular por possibilitar a realização de todo o trabalho.

Ao motorista Jeferson Ferreira por tornar possível as coletas na ESEC Raso da Catarina e no PARNA Catimbau.

Ao gestor Douglas Henrique (RPPN Santuário do Caraça), à equipe de Brigadistas (ESEC Raso da Catarina) e ao guia Eder (PETAR) pela disposição em nos acompanhar nas coletas. Bem como aos gestores (PARNA do Catimbau, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira) e ao Instituto Chico Mendes pelas autorizações das coletas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado e apoio financeiro.

RESUMO

Os líquens lecanoroides são caracterizados por apresentarem apotécios com margem talina. Entre as formas crostosas, um dos principais representantes, o gênero *Lecanora* Ach., é um grupo heterogêneo do qual já emergiram diferentes gêneros, nomeadamente, *Tephromela* M. Choisy e *Vainionora* Kalb. *Tephromela* foi proposto para acomodar uma espécie de *Lecanora* que apresentava himênio inteiramente purpúreo e conídios retos, e *Vainionora*, para acomodar espécies de apotécios mais largos, hipotécio vermelho-amarronzado, conídios baciliformes e presença de xantonas. No Brasil, ainda há poucos dados filogenéticos moleculares para *Lecanora* e *Tephromela*, já para *Vainionora*, não há dados nem no contexto mundial. Assim, este trabalho tem como objetivo compreender o posicionamento filogenético das espécies dentro dos gêneros *Lecanora*, *Vainionora* e *Tephromela*, com base em características morfológicas, químicas e moleculares. Foram analisados espécimes coletados em 10 estados brasileiros e espécimes depositados nos Herbários ISE e TUR; foi extraído o DNA genômico de amostras frescas e de algumas depositadas no Herbário ISE, amplificadas as regiões ITS e mtSSU e, posteriormente, os produtos enviados para sequenciamento. Foram obtidas 212 sequências da região ITS e 25 da região mitochondrial SSU. Para *Lecanora*, foram identificadas 33 espécies, sendo 10 novas para a ciência: *Lecanora flavocaesia* L.A. Santos *et al.*, *L. fluorosaxicola* L.A. Santos *et al.*, *L. irregularis* L.A. Santos *et al.*, *L. neohelva* L.A. Santos *et al.*, *L. nigrilobulata* L.A. Santos *et al.*, *L. notactria* L.A. Santos *et al.*, *L. pallidachroa* L.A. Santos *et al.*, *L. parahelva* L.A. Santos *et al.*, *L. saepiphila* L.A. Santos *et al.*, *L. xanthoverrucosa* L.A. Santos *et al.*, e duas subespécies foram elevadas a espécie: *Lecanora glaucomodes* Nyl. e *L. neomerrillii* L.A. Santos *et al.*, em prep. *Lecanora orosthea* (Ach.) Ach. é registrada pela primeira vez para o Brasil e *L. oreinoides* (Körb.) Hertel & Rambold, para Pernambuco. Para *Vainionora* foram identificadas oito espécies, sendo quatro espécies novas para a ciência: *Vainionora* sp. nov A, *Vainionora* sp. nov B, *Vainionora* sp. nov C, *Vainionora* sp. nov D e duas novas combinações, antes classificadas em *Lecanora*: *Vainionora hypocrocea* and *V. atroviridis*. Para *Tephromela*, foram identificadas oito espécies, seis são espécies novas, das quais três já estão descritas: *Tephromela vinacea* L.A. Santos *et al.*, *T. obesimarginata* L.A. Santos *et al.*, e *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo, está última descrita com base na espécie tipo coletada no México e em Minas Gerais em 2021; e

três estão em processo de descrição. A investigação de materiais tipos do Herbário TUR evidenciou duas novas combinações: *Tephromela carassensis* e *T. epichrorina*, ambas anteriormente delimitadas em *Lecanora*. A quantidade de dados gerados neste trabalho foi muito relevante para o estudo das relações filogenéticas dentro de cada gênero, com ênfase em espécies neotropicais, ainda pouco estudados.

Palavras-chave: Lecanoraceae. Tephromelataceae. Filogenia. Neotropical. Sistemática de líquens.

ABSTRACT

Lecanoroid lichens are characterized by having apothecia with a thalline margin. One of the main representatives, the genus *Lecanora* Ach., is a heterogeneous group that has been divided into different genera, namely, *Tephromela* M. Choisy and *Vainionora* Kalb. *Tephromela* was proposed to accommodate a species of *Lecanora* that presented entirely purplish hymenium and straight conidia, while *Vainionora* species with wider apothecia, reddish-brown hypothecia, bacilliform conidia, and the presence of xanthones. In Brazil, there are still few molecular phylogenetic data for *Lecanora* and *Tephromela*, whereas for *Vainionora*, there are no data even in the global context. Thus, this work aims to understand the phylogenetic positioning of species within the genera *Lecanora*, *Vainionora*, *Tephromela* based on morphological, chemical and molecular characteristics. Specimens collected in 10 Brazilian states and specimens deposited in the ISE and TUR Herbaria were analyzed; genomic DNA was extracted from fresh samples and from some deposited in the ISE Herbarium, the ITS and mtSSU regions were amplified and, subsequently, the products were sent for sequencing. 212 sequences of the ITS region and 25 from the SSU mitochondrial region were obtained. For *Lecanora*, 33 species were identified, 10 of which were new: *Lecanora flavocaesia* L.A. Santos et al., *L. fluorosaxicola* L.A. Santos et al., *L. irregularis* L.A. Santos et al., *L. neohelva* L.A. Santos et al., *L. nigrilobulata* L.A. Santos et al., *L. notactria* L.A. Santos et al., *L. pallidachroa* L.A. Santos et al., *L. parahelva* L.A. Santos et al., *L. saepiphila* L.A. Santos et al., *L. xanthoverrucosa* L.A. Santos et al., and two subspecies were elevated to species: *Lecanora glaucomodes* Nyl., and *L. neomerrillii* L.A. Santos et al.. In addition, two new records were found: *Lecanora orosthea* (Ach.) Ach., for Brazil; and *L. oreinoides* (Körb.) Hertel & Rambold, for Pernambuco. For *Vainionora*, eight species were identified, four of which were new: *Vainionora* sp. nov A, *Vainionora* sp. nov B, *Vainionora* sp. nov C, *Vainionora* sp. nov D and two new combinations from *Lecanora*: *Vainionora hypocrocea* and *V. atroviridis*. For *Tephromela*, eight species were identified, six are new species, of which three are already described: *Tephromela vinacea* L.A. Santos et al., *T. obesimarginata* L.A. Santos et al., and *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo, the latter described based on the type species collected in Mexico and Minas Gerais in 2021. The investigation of type materials from the TUR Herbarium, resulted in two new combinations from *Lecanora*: *Tephromela carassensis* and *T. epichrorina*. The amount of data generated in this work

was very relevant for the study of phylogenetic relationships within each genus, with emphasis on neotropical species, which are still poorly studied.

Keywords: Lecanoraceae. Tephromelataceae. Phylogeny. Neotropical. Lichen systematics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Mapa de localização com os Estados de origem dos espécimes estudados.

34

Figura 2 — Relações filogenéticas de *Lecanora sensu lato* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências ITS rDNA. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. As novas espécies são destacadas em verde. Em azul, estão as linhagens que apresentam sequências de espécimes já conhecidos coletados no Brasil. Em cinza estão as sequências adquiridas no GenBank.

41

Figura 3 — A. *Lecanora leprosa*, talo com ascomas (CGMS-81360); B. *Lecanora leprosa*, talo com ascomas (ISE-52225); C. *Lecanora sulfurescens*, talo com ascomas (ISE-54190); D. *Lecanora sulfurescens*, talo com ascomas (CGMS-182); E. *Lecanora xanthoplumosa*, talo com ascomas (CGMS-80503); F. *Lecanora xanthoplumosa*, talo com ascomas (ISE-54384); G. *Lecanora pallidachroa*, talo com ascomas (ISE-54332a); H. *Lecanora notactria*, talo com ascomas (ISE-46519). Barra de escala: A–H, 1 mm.

45

Figura 4 — A. *Lecanora fluorosaxicola*, talo com ascomas (ISE-53921); B. *Lecanora vainioi*, talo com ascomas (ISE-42425); C. *Lecanora kalbiana*, talo com ascomas (ISE-53881). Barra de escala: A–C, 1 mm

46

Figura 5 — A. *Lecanora hypocronina*, talo com ascomas (ISE-46527); B. *Lecanora praeferenda*, talo com ascomas (ISE-46538); C. *Lecanora xanthoverrucosa*, talo com ascomas (ISE-52392); D. *Lecanora argentata*, talo com ascomas (ISE-52095); E. *Lecanora irregularicrocea*, talo com ascomas (ISE-38135); F. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração escura de *Lecanora hypocronina* (ISE-46527); G. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração clara de *Lecanora praeferenda* (ISE-46538). Barra de escala: A, B, D e E, 1 mm; C–F, 100 µm.

48

Figura 6 — A. *Lecanora subimmergens*, talo com ascomas (ISE-55019); B. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração clara (ISE-55019); C. *Lecanora subimmergens*, talo com ascomas (ISE-52192); D. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração amarelo-amarronzada (ISE-52192); E. *Lecanora* cf. *econorata*, talo com ascomas (ISE-40533b); F. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio

de coloração marrom-amarelada de *Lecanora* cf. *econorata* (ISE-40533b). Barra de escala: A, C e E, 1 mm; B, D e F, 100 µm. 50

Figura 7 —A. *Lecanora neomerrillii*, talo com ascomas (ISE- 52228); B. *Lecanora glaucomodes*, talo com ascomas (ISE- 46522); C. *Lecanora flavocaesia*, talo com ascomas (ISE- 46521a); D. *Lecanora* aff. *farinacea*, talo com ascomas (ISE-52068); E. *Lecanora* aff. *glaucomodes*, talo com ascomas (ISE- 53871A). Barra de escala: A–E, 1 mm. 53

Figura 8 – A. *Lecanora neohevela*, talo com ascomas (ISE-52303); B. *Lecanora saepiphila*, talo com ascomas (ISE-42602b); C. *Lecanora parahelva*, talo com ascomas (ISE-); D. *Lecanora plumosa*, talo com ascomas (ISE-52058b); E. *Lecanora rabidotoides*, talo com ascomas (ISE-52278); F. *Lecanora brasiliiana*, talo com ascomas (ISE-52294); G. *Lecanora* aff. *sulphurea*, talo com ascomas (ISE-53869a); H. *Lecanora* aff. *polytropia*, talo com ascomas (ISE- 53874a). Barra de escala: A–H, 1 mm. 55

Figura 9—A. *Lecanora nigrilobulata*, talo com ascomas (ISE-52239); B. *Lecanora oreinoides*, talo com ascomas (ISE-55030); C. *Lecanora subimmersa*, talo com ascomas (ISE-51947). Barra de escala: A–C, 1 mm. 56

Figura 10— A. *Lecanora concilianda*, talo com ascomas (ISE-52078); B. *Lecanora concilians*, talo com ascomas (ISE-52308); C. *Vainionora flavovirens*, talo com ascomas (ISE-52169). Barra de escala: A–C, 1 mm. 57

Figura 11 A. *Lecanora* sp. nov. 277, talo com ascomas (ISE–42602e); B. *Lecanora* sp. nov. 226, talo com ascomas (ISE–57415); C. *Lecanora* sp. nov. 55269, talo com ascomas (ISE-55269). Barra de escala: A–C, 1 mm. 58

Figura 12 —Relações filogenéticas de *Vainionora* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências ITS rDNA. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. Em negrito, estão as sequências geradas neste trabalho de espécimes coletados no Brasil. 60

Figura 13 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Lecanora aemulans* (lectotipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); C–D. *Lecanora hypocrocea* (material tipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); E–F. *Lecanora mesoxanthoides* (material tipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); G–H. *Vainionora pallidostraminea* (material tipo, Vainio 1885); I–J. *Vainionora stramineopallens* (material tipo, Vainio 1885) Fonte:

Lücking (2022); K–L. *Lecanora stramineoalbida* (Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022).

Barra de escala: A–L, 1 mm.

61

Figura 14 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora hypocrocea* (ISE-38121); C–D. *Vainionora hypocrocea* (ISE-38118); E–F. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52277); G–H. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52267); I–J. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52178); K–L. *Vainionora* cf. *hypocrocea* (ISE-52196b); M–N. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52084); O–P. *Vainionora* sp. nov. A (ISE-38117); Q–R. *Vainionora* sp. nov. B (ISE-52320); S–T. *Vainionora* spec. nov. C (ISE-52272); U–V. *Vainionora* spec. nov. D (ISE-42603); W–X. *Vainionora flavovirens* (ISE-52194). Barra de escala:

A–X, 1 mm.

62

Figura 15 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora warmingii* (ISE-52383); C–D. *Vainionora warmingii* (ISE-52045); E–F. *Vainionora warmingii* (ISE-52041); G–H. *Vainionora warmingii* (ISE-52127); I–J. *Vainionora warmingii* (ISE-52063); K–L. *Vainionora warmingii* (ISE-52316); M–N. *warmingii* (ISE-52006); O–P. *Vainionora warmingii* (ISE-52140); Q–R. *Vainionora warmingii* (ISE-52234); S–T. *Vainionora warmingii* (ISE-52040); U–V. *Vainionora warmingii* (ISE-52008); W–X. *Vainionora warmingii* (ISE-52262). Barra de escala: A–X, 1 mm.

63

Figura 16 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora warmingii* (ISE-52256); C–D. *Vainionora warmingii* (ISE-52022); E–F. *Vainionora warmingii* (ISE-52261a); G–H. *Vainionora warmingii* (ISE-52258); I–J. *Vainionora warmingii* (ISE-52276); K–L. *Vainionora warmingii* (ISE-52237); M–N. *Vainionora warmingii* (ISE-52222); O–P. *Vainionora warmingii* (ISE-52385); Q–R. *Vainionora warmingii* (ISE-54006); S–T. *Vainionora warmingii* (ISE-54005); U–V. *Vainionora* cf. *aemulans* (ISE-54060); W–X. *Lecanora concilians* (ISE-52308); Z–Z-1. *Lecanora concilianda* (ISE-52078). Barra de escala: A–X, 1 mm.

64

Figura 17 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora* cf. *atroviridis* (ISE-51344b); C–D. *Vainionora atroviridis* (ISE-52038); E–F. *Vainionora atroviridis* (ISE-52190); G–H. *Vainionora atroviridis* (ISE-52242); I–J. *atroviridis* (ISE-52033); K–L. *Vainionora* cf. *atroviridis* (ISE-52130); M–N. *Vainionora atroviridis* (ISE-52183); O–P. *Vainionora atroviridis* (ISE-52047); Q–R. *Vainionora atroviridis* (ISE-52020); S–T. *Vainionora atroviridis* (ISE-52024); U–V. *Vainionora atroviridis* (ISE-51589); W–X. *atroviridis* (ISE-52023). Barra de escala: A–X, 1 mm.

66

Figura 18 – Relações Filogenéticas de *Vainionora* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências mitocondrial ssu. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. Em negrito estão as sequências geradas. 68

Figura 19 – Hábito dos espécimes estudados. A. *Tephromela vinacea*, talo com ascomas (ISE-54172), Fonte: LA Santos (2022); B. *Tephromela obesimarginata*, talo com ascomas (ISE-52143) Fonte: LA Santos (2022); C. *Tephromela xanthonica*, talo com ascomas (ISE-52057) Fonte: LA Santos (2022); D. *Tephromela* aff. *atra*, talo com ascomas (ISE-53872) Fonte: LA Santos (2022); E. *Tephromela* aff. *atra*, talo com ascomas (ISE-52121) Fonte: LA Santos (2022); F. *Tephromela* sp., talo com ascomas (ISE-51770) Fonte: LA Santos (2022); G. *Tephromela carassensis*, talo com ascomas (material tipo de *Lecanora carassensis*, Vainio 1885), Fonte: Lücking (2022); H. *Tephromela epichlorina*, talo com ascomas (lectotipo de *Lecanora epichlorina*, Vainio 1885), Fonte: Lücking (2022). Barra de escala: A–H, 1 mm. 69

Figura 20—Relações filogenéticas de *Tephromela* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências ITS rDNA. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. Em azul estão as novas espécies já descritas. 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1— Locais de origem dos espécimes estudados.	35
Tabela 2— Regiões gênicas, respectivos marcadores e ciclos térmicos utilizados.	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	OBJETIVO GERAL	18
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	LECANORA ACH.	20
2.1.1	Avanço dos estudos em <i>Lecanora</i> s.str.	21
2.2	<i>VAINIONORA</i> KALB	28
2.3	<i>TEPHROMELA</i> CHOISY	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	ÁREAS DE COLETA	34
3.2	COLETA E PROCESSAMENTO DO MATERIAL LIQUÊNICO	36
3.3	IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE LIQUENS	36
3.4	EXTRAÇÃO, PURIFICAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DE DNA	37
3.4.1	Alinhamento das sequências e análise filogenética	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	AMOSTRAS ESTUDADAS	39
4.2	TAXONOMIA E FILOGENIA DOS GÊNEROS ESTUDADOS	40
4.2.1	<i>Lecanora</i> Ach.	40
4.2.1.1	Clado <i>achroa</i>	43
4.2.1.2	Clado <i>fluorosaxicola</i>	46
4.2.1.3	Clado <i>hypocrocina</i>	47
4.2.1.4	Clado <i>subimmergens</i>	48
4.2.1.5	Clado <i>caesiorubella</i>	51
4.2.1.6	Clado <i>helva</i>	53
4.2.1.7	<i>Lecanora nigrilobulata</i>	56
4.2.1.8	Clado <i>concilianda</i>	56
4.2.1.9	Possíveis novas espécies ainda com relações não resolvidas	57
4.2.2	<i>Vainionora</i> kalb	59
4.2.3	<i>Tephromela</i> Choisy	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	75

APÊNDICE A – LISTA DE ESPÉCIMES REVISADOS DEPOSITADOS NO HERBÁRIO ISE	80
APÊNDICE B – LISTA DE ESPÉCIMES ANALISADOS E DEPOSITADOS NO HERBÁRIO ISE	84
APÊNDICE C – LISTA DE ESPÉCIMES ANALISADOS E DEPOSITADOS NOS HERBÁRIOS CGMS E ABL	120
APÊNDICE D – LISTA DAS SEQUÊNCIAS GERADAS E DEPOSITADAS NO GENBANK DE ESPÉCIMES BRASILEIROS	123
APÊNDICE E – LISTA DE SEQUÊNCIAS UTILIZADAS NAS ANÁLISES FILOGENÉTICAS	131
APÊNDICE G – FOUR NEW SPECIES OF <i>TEPHROMELA</i> (ASCOMYCOTA, TEPHROMELATACEAE), THREE CONTAINING LICHEXANTHONE, FROM BRAZIL AND MEXICO – PUBLICADO NA CRYPTOGRAMIE MYCOLOGIE.	141
APÊNDICE H – <i>LECANORA</i> S.LAT. (ASCOMYCOTA, LECANORACEAE) IN BRAZIL: DNA BAR-CODING COUPLED WITH PHENOTYPE CHARACTERS REVEALS NUMEROUS NOVEL SPECIES – PUBLICADO NA JOURNAL OF FUNGI.	173

1 INTRODUÇÃO

Os líquens lecanoroides são caracterizados pela formação de apotécios como estruturas reprodutivas que apresentam margem uniforme formada pela junção do excípulo próprio com o excípulo talino, formando a margem talina (VONDRAK *et al.*, 2013). Esta definição é ampla e compreende um conglomerado de espécies altamente artificial com representantes em diversas famílias e gêneros. Um dos principais representantes, o gênero *Lecanora* Ach., é considerado um grupo heterogêneo que contém caracteres morfológicos e anatômicos variáveis e uma química complexa.

Desde a descrição do gênero *Lecanora* por Acharius, em 1810, diversas tentativas foram feitas para estabelecer um conjunto de características morfoanatômicas e químicas que melhor definissem o gênero (STIZENBERGER, 1868; HUE, 1903; MAGNUSSON, 1932; EIGLER, 1969). Como resultado, ocorreu a formação de muitos grupos de espécies dentro do gênero, e até segregações para novos gêneros (RYAN, 1989; FLAKUS; PRINTZEN, 2014; ZHAO *et al.*, 2016); e famílias (HAFELLNER, 1984).

Lecanora sensu lato engloba cerca de 1000 espécies reconhecidas e subdivididas em vários grupos (IVANOVICH *et al.*, 2021). Emerge desse aglomerado de espécies o grupo central do gênero, *L. subfusca* (*Lecanora* s.str.), formado por espécies que apresentam caracteres fenotípicos estreitamente relacionados à espécie tipo do gênero, *L. allophana* Nyl. (BRODO; VITIKAINEN, 1984). Estes caracteres, inicialmente mais restritos, foram expandidos ao longo dos anos em trabalhos que tiveram como foco determinar as espécies que pudessem compor o grupo central do gênero (*Lecanora sensu stricto*), comumente referido como grupo *Lecanora subfusca* (BRODO, 1984; LUMBSCH, 1994b, LUMBSCH *et al.*, 1995, LUMBSCH *et al.*, 1996; GUDERLEY, 1999; GUDERLEY; LUMBSCH, 1999; LUMBSCH *et al.*, 2003; LUMBSCH; ELIX, 2004; RYAN *et al.*, 2004).

Apesar de grande parte dos trabalhos terem sido realizados com base em caracteres morfológicos e químicos, muitos grupos de espécies de *Lecanora* já foram alocados em outros gêneros, por exemplo, *Tephromela* M. Choisy (CHOISY, 1929) e *Vainionora* Kalb (KALB, 1991).

Tephromela foi proposto no trabalho de M. Choisy (1929) para acomodar uma espécie de *Lecanora* que apresentava himênio inteiramente purpúreo e conídios retos. Porém, o gênero só foi validado em Kalb (1983). No ano seguinte, Hafellner (1984)

sugere simultaneamente uma nova família, Tephromelataceae, a transferência de *Tephromela* para ela e a nova combinação de *Lecanora atra* (*Tephromela atra*). Assim como em *Lecanora*, grande parte das descrições de novas espécies foram feitas observando diferenças anatômicas e metabolismo secundário (ELIX 2009, 2012, 2013; FRYDAY 2011; KANTVILAS 2015; KANTVILAS; ELIX, 2017). Trabalhos têm demonstrado vários complexos de espécies em *Tephromela* e novos gêneros têm emergido (por exemplo, o gênero *Calvitimela* Hafellner (HAFELLNER; TÜRK, 2001). Atualmente, cerca de 30 espécies são reconhecidas para *Tephromela* (WIJAYAWARDENE *et al.*, 2020).

Outro grupo de espécies segregadas de *Lecanora* constituiu o gênero *Vainionora* Kalb (Kalb 1991) e tem como características apotécios mais largos, hipotécio vermelho-amarronzado, conídios baciliformes e a presença de, principalmente, xantonas. Diferente do que ocorre em *Lecanora* e *Tephromela* nas últimas décadas, não há dados filogenéticos moleculares para *Vainionora*.

Para as espécies de *Lecanora* no Brasil, SANTOS (2019) encontrou uma grande diversidade genética entre as espécies, com grande parte das sequências geradas formando clados distintos das sequências de espécies do *Genbank*, necessitando de uma melhor investigação de cada um desses clados. Para *Tephromela*, Santos *et al.* (2023) mostram um clado formado exclusivamente por espécies da América do Sul, composto por sequências de espécies brasileiras e espécies ainda não descritas do Peru. Para *Vainionora*, o único trabalho recente que cita o gênero é uma descrição de uma espécie nova (APTROOT *et al.*, 2021).

A partir das análises filogenéticas propostas neste trabalho foram obtidas evidências moleculares que tornaram possível o melhor entendimento da circunscrição das espécies em cada um dos gêneros, apoiada em dados moleculares, morfológicos e químicos; propondo novas combinações de acordo com o resultado dos dados gerados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Compreender o posicionamento filogenético das espécies dentro dos gêneros *Lecanora*, *Vainionora* e *Tephromela*, com base em características morfológicas, químicas e moleculares.

1.1.2 Objetivos específicos

- Conhecer a diversidade de espécies em *Lecanora*, *Tephromela* e *Vainionora* coletadas no Brasil;
- Investigar a delimitação morfológica, química e molecular entre *Vainionora* e *Lecanora*;
- Contribuir para o reconhecimento da diversidade de espécimes depositados no Herbário Itabaiana Sergipe (ISE).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LECANORA ACH.

Linné (1753) descreveu a primeira espécie de *Lecanora* como *Lichen subfuscus* L. O gênero *Lecanora* só veio a ser descrito por Acharius (1810) e, na ocasião, foram descritas oito variedades para *L. subfusca* e não apontado qual dessas variedades tipificava o gênero. Isto fez com que as novas descrições de espécies fossem baseadas em características generalistas. Diversas tentativas foram feitas para estabelecer um conjunto de características que melhor definissem o gênero, como os trabalhos de Eigler (1969), ao distinguir vários grupos dentro do gênero, com base em caracteres químicos e morfológicos, e Hafellner (1984), que realizou um estudo com base nos tipos de ascos e, após verificar a grande heterogeneidade do grupo, realocou muitas espécies em outros gêneros e até famílias. Essas segregações eram baseadas no agrupamento dos táxons que compartilhassem o maior número de características semelhantes.

A tipificação do gênero só foi feita por Brodo e Vitikainen (1984), após uma análise detalhada de todas as variedades de *Lecanora subfusca*, eles observaram que a var. *L. allophana* poderia dar uma maior estabilidade taxonômica ao gênero, e então, propuseram *L. allophana* para ser a espécie-tipo do gênero. Porém, existiam dois nomes disponíveis para tipificar o gênero, *Lichen subfuscus* e *Lecanora subfusca*. No ano seguinte, Brodo e Vitikainen (1985) propuseram que o nome *Lichen subfuscus* fosse rejeitado por ser um nome bastante ambíguo e argumentaram que usar o nome *Lecanora subfusca*, ao invés, de *L. allophana* acarretaria em mais problemas na delimitação das espécies em *Lecanora* s.str.. O nome *Lecanora subfusca* não foi totalmente rejeitado, ele passou a ser utilizado para se referir ao grupo de espécies que possuem as características morfológicas e químicas que as classifica em *Lecanora* s.str..

Desde então, muitos trabalhos têm sido feitos analisando os caracteres morfoanatômicos e químicos tradicionais que podem ser determinantes para classificar os indivíduos em *Lecanora* s.str. ou segregá-los em outros grupos e gêneros. Alguns desses grupos já foram alocados em outros gêneros, como *Vainionora* (Kalb 1991), *Tephromela* (Choisy 1929), entre outros. *Lecanora sensu lato* engloba cerca de 1000 espécies reconhecidas e subdivididas em vários grupos

(IVANOVICH, 2021), e alguns dos mais amplamente estudados são os grupos: *Lecanora dispersa*, *L. polytropa*, *L. rupicola*, *L. subfusca*, *L. varia*, entre outros (ŚLIWA *et al.*, 2012).

2.1.1 Avanço dos estudos em *Lecanora* s.str.

Brodo (1984), em sua revisão sobre espécimes norte-americanos, encontrou correlações bem definidas entre características químicas e morfológicas nos representantes do grupo *L. subfusca*, tendo reconhecido 38 espécies para este o grupo. Este autor estabeleceu muitos dos caracteres utilizados para classificação de táxons dentro de *Lecanora* s.str., tais como: discos marrom-avermelhados, cristais de oxalato de cálcio na margem do apotécio, esporos elipsoides e conídios filiformes, além da presença de atranorina e ausência de ácido úsnico. Alguns destes caracteres ainda definem amplamente o grupo, como a distribuição e tamanho dos cristais no anfitécio e epimênio e sua dissolução na presença de determinados reagentes.

Os tipos de anfitécio encontrados em *Lecanora* *sensu stricto* são: 1. tipo allophana: pequenos cristais nas áreas com algas e corticais do anfitécio; 2. tipo campestris: pequenos cristais apenas nas áreas com algas do anfitécio; 3. tipo pulcaris: cristais grandes; e 4. tipo melacarpela: cristais grandes e muitos cristais pequenos (BRODO, 1984; LUMBSCH, 1994b). Em relação aos tipos de epimênio, o grupo apresenta: 1. tipo clarotera, com cristais solúveis em HNO₃, pigmentados ou não, porém quando presente, a pigmentação é solúvel em KOH; 2. tipo gangaleoides, sem cristais, pigmentos verde-oliva mudando para verde em KOH; 3. tipo glabrata, sem cristais, pigmentação vermelho-amarronzado solúvel em KOH; e 4. tipo pulcaris, com pequenos cristais, pigmento acastanhado solúvel ou não em KOH (BRODO 1984; LUMBSCH 1994b, LUMBSCH *et al.*, 1995, LUMBSCH *et al.*, 1996; GUDERLEY; LUMBSCH, 1999; LUMBSCH *et al.*, 2003; LUMBSCH; ELIX, 2004; RYAN *et al.*, 2004).

Muitos grupos de fungos liquenizados podem ser classificados pelos tipos, presença e/ou ausência de determinados metabólitos (HERTEL; RAMBOLD, 1987; HUNECK *et al.*, 1991), apesar de parecer ser um critério difícil de ser aplicado para *Lecanora*. Esse também foi um critério destacado por Brodo (1984) para definir o grupo *L. subfusca*: a presença de atranorina, e ausência de ácido úsnico (OBERMAYER; POELT, 1992; LUMBSCH, 1994). Posteriormente, Brodo e Elix

(1993), ao analisarem *L. jamesii*, viram que não existia uma delimitação muito clara entre espécies que continham atranorina e aquelas que combinavam os dois metabólitos (ácido úsnico e atranorina), uma vez que *L. jamesii*, continha os dois metabólitos e era morfológicamente próxima ao grupo *Lecanora subfusca*. Lumbsch (1995) encontrou o mesmo problema ao descrever *L. pseudogangaleoides* Lumbsch, um táxon com morfologia paralela ao grupo *L. subfusca*, mas que também continha ácido úsnico.

Lumbsch *et al.* (1995), após uma revisão de 18 espécies que apresentavam morfologia e anatomia análogas ao grupo *L. subfusca* s.str., mas que produziam ácido úsnico em adição a atranorina, observaram que os táxons não formavam um grupo natural e não deveriam ser separados de *Lecanora* s. str., tendo os autores concluído que a presença ou ausência de ácido úsnico não poderia ser considerado um caráter taxonômico relevante para a segregação de grupos naturais no gênero, pois nem mesmo táxons contendo os dois metabólitos (ácido úsnico e atranorina) formavam um grupo natural.

A pigmentação do hipotécio foi outro caractere amplamente estudado no grupo *Lecanora sensu stricto*. Lumbsch *et al.* (1996) avaliaram a importância taxonômica desse caractere em táxons tropicais. Para isso, eles investigaram se a presença do hipotécio escuro poderia estar correlacionada com algum caráter químico ou anatômico que possibilitasse a separação desse grupo de *Lecanora sensu stricto*. Os autores encontraram apenas uma variação no grau de pigmentação do hipotécio, mas nenhuma característica que os diferenciasse de *Lecanora sensu stricto* (LUMBSCH *et al.*, 1996).

Muitas vezes, são utilizados caracteres químicos e/ou anatômicos para circunscrever grupos menores dentro de um gênero tão diverso. No entanto, nem mesmo as observações de vários caracteres divergentes provam ser suficientes para reconhecer os diferentes grupos em algum nível taxonômico. Isto ficou ainda mais evidente quando observado o grupo *L. subcarnea*. Este grupo difere em vários caracteres do grupo *L. subfusca*, como na ocorrência de pruína nos discos apoteciais, na ausência de um córtex anfitecial e em seus perfis químicos (DICKHILL *et al.*, 1995). Porém, Lumbsch e Guderley (1997) ao estudarem de forma aprofundada *L. vacillans*, constataram que essa espécie apresenta um tipo intermediário entre o grupo de *L. subfusca* (com a presença do córtex anfitecial) e *L. subcarnea* (com perfil químico semelhante e pruína nos discos), indicando que esses grupos estão

estritamente relacionados e, portanto, não podem ser segregados em gêneros distintos.

Após uma série de revisões, o grupo central de *Lecanora* s.str. passou a englobar aproximadamente 250 espécies, estreitamente relacionadas morfológicamente à espécie-tipo, *L. allophana* Nyl., e caracterizada por um talo crostoso; discos apoteciais avermelhados a laranja ou cárneos, que podem ser pruinosos ou não; com o anitécio formado por cristais grandes e/ou pequenos; com a presença de atranorina e/ou ácido úsnico; e que possuem conídios filiformes (BRODO, 1984; BRODO; ELIX, 1993; LUMBSCH *et al.*, 1995; LUMBSCH *et al.*, 1996; GUDERLEY *et al.*, 1998, LUMBSCH; ELIX, 2004). Porém, a delimitação e as relações entre os grupos restantes do gênero ainda permanecem pouco elucidadas e estão sendo o foco de muitos estudos com abordagens filogenéticas moleculares.

2.1.1.1 avanço dos estudos filogenéticos moleculares em *Lecanora*

Estudos moleculares do grupo tiveram início com Arup e Grube (1998), utilizando a região ITS como marcador. Neste trabalho, os autores confirmaram ainda mais a noção de que *Lecanora* é altamente heterogêneo. Ao investigar as espécies com talos lobados de *Lecanora*, amplamente tratadas como subgênero *Placodium*, as análises filogenéticas mostraram que as espécies lobadas não formavam um grupo monofilético, pois alocaram-se com diferentes espécies dos grupos de *L. dispersa* (Pers.) Sommerf. e *L. polytropa* (Hoffm.) Rabenh., e o gênero *Arctopeltis* Poelt. Os dados sugeriram que *Arctopeltis* era estreitamente relacionado ao grupo *L. dispersa*. Apesar dos resultados, os autores não propuseram nenhuma nova combinação e preferiram apoiar os resultados na noção de que as formas de crescimento podem variar consideravelmente dentro de algumas espécies e grupos de *Lecanora*.

No ano seguinte, Arup e Grube (1999), utilizando as regiões ITS e SSU, investigaram o posicionamento filogenético de *L. demissa* (Flot.) Zahlbr. e constataram que tinha uma estreita relação com o gênero *Caloplaca*, após observarem que a espécie ficou agrupada com *C. variabilis*. Arup e Grube (1998) já haviam relatado no trabalho anterior que *L. demissa* (Flot.) Zahlbr. havia sido excluída das análises, pois em todas as topologias testadas não havia uma relação próxima da espécie com *Lecanora*.

Posteriormente, Arup e Grube (2000), reavaliaram o papel dos caracteres morfológicos contrastantes entre espécies de *Lecanora* de talos lobados e espécies de *Rhizoplaca* Zopf, segregado de *Lecanora* por apresentar um talo umbilicado com córtex superior e inferior bem desenvolvidos e hipotécio cupulado. Os autores encontraram uma estreita relação filogenética entre algumas espécies dos gêneros, como *R. melanophthalma* (DC.) Leuck. & Poelt e *L. novomexicana* H. Magn.; e entre *R. peltata* (Ram.) Leuck. & Poelt e *L. muralis* (Schreb.) Rabenh. Com isso, ficou claro para os pesquisadores que a morfologia dos talos de líquens lecanoroides é bastante variável e isso não significa, necessariamente, diversidade genética.

Em mais um trabalho, Grube *et al.* (2004) realizaram uma análise filogenética do grupo *L. rupicola*, caracterizado por apresentar discos cobertos por pruína branca a amarelada formada pelo composto químico sordidona, o qual as distingue de outras espécies pruinosas em *Lecanora*. Para isso, os autores incluíram várias espécies de discos pruinosos (com e sem sordidona), assim como outras espécies de Lecanoraceae. Os dados encontrados sugeriram monofilia em *L. rupicola* dentro de Lecanoraceae, assim como entre as espécies de *Lecanora* com a presença de sordidona. Mas rejeitaram a monofilia com outras espécies pruinosas sem sordidona.

A filogenia de táxons relacionados ao grupo *L. varia* foi estudada por Pérez-Ortega *et al.* (2010) com intuito de verificar se de fato as espécies eram monofiléticas, assim como descrever *L. schizochromatica* Pérez-Ort., T. Sprib. & Printzen. Em seu estudo, obtiveram uma árvore filogenética composta por três clados distintos e bem suportados, no entanto os dados alcançados falharam em determinar as relações entre cada um dos três clados. Assim, como foram inconclusivos para o grupo de *L. varia*, os autores acreditam que serão necessárias mais revisões na delimitação de espécies e na distinção de grupos filogenéticos. Porém, em um dos clados monofiléticos, formado pelas espécies *L. schizochromatica*, *L. filamentosa* (Stirt.) Elix & Palice e *L. expallens* Ach., foi evidenciada uma relação muito próxima entre *L. schizochromatica* e *L. filamentosa*.

Em seu trabalho, Flakus e Printzen (2014) também analisaram as espécies pertencentes ao grupo *L. varia* e descreveram o gênero *Palicella* Rodr. Flakus & Printzen com base em cinco *loci* gênicos (ITS, nrLSU, mrSSU, RPB1 e RPB2) e propuseram a acomodação de três espécies (*P. glaucopa*, *P. filamentosa* e *P. schizochromatica*) com base nas relações filogenéticas observadas, anteriormente alocadas em *Lecanora*. Os autores também viram que *P. glaucopa* é

filogeneticamente distante de *Lecidella* e que, de fato, forma uma linhagem bem suportada junto com *P. filamentosa* e *P. schizochromatica*.

Mais uma monofilia foi testada para *Lecanora sensu lato*, o grupo *Lecanora dispersa*, caracterizado por ter o crescimento dos talos dentro de rochas ou casca de árvore ou raramente na superfície desses substratos; apotécios com margens talinas, sobretudo brancas; e a presença de xantonas (que pode ser acompanhados por traços de panarinina ou ácido girofórico) ou ainda não apresentar compostos liquênicos detectáveis por cromatografia em camada delgada (CCD) (ŚLIWA *et al.*, 2012).

Para *Lecanora dispersa*, Śliwa *et al.* (2012) avaliaram a delimitação de oito espécies do grupo coletadas na Polônia e em outros países europeus. Os dados filogenéticos indicaram uma monofilia para o grupo *Lecanora dispersa* ao considerar uma delimitação mais ampla dentro do grupo, incluindo as espécies lobadas (*L. contractula*, *L. pruinosa*, *L. reuteri* e *L. thuleana* (= *Arctopeltis thuleana*), corroborando com a filogenia apontada por Arup e Grube (1998). Śliwa *et al.* (2012) ainda sugerem que *Arctopeltis thuleana* fosse realocada novamente em *Lecanora*, pois eram notáveis as similaridades morfológicas e químicas entre *A. thuleana* e *L. contractula* e demais membros do grupo *L. dispersa*. Śliwa *et al.* (2012) destacam ainda que apenas caracteres morfológicos, anatômicos e químicos não foram consistentes na predição de limites de espécies dentro do grupo analisado.

Papong *et al.* (2013) avaliaram filogeneticamente 35 espécies tropicais que concordavam anatomicamente com *Lecanora sensu stricto* e que continham ácido úsnico em adição ou substituição a atranorina, com o intuito de testar se de fato os táxons podiam ser alocados dentro de *Lecanora sensu stricto*. Os dados indicaram que apenas a presença de ácido úsnico não era suficiente para separá-las de *Lecanora sensu stricto* e que as espécies que continham ácido úsnico não formavam um grupo monofilético, pois ficaram posicionadas em vários clados distintos. Com isso, os autores argumentaram que a presença desse metabólito pode estar correlacionado a uma adaptação em *Lecanora* spp. (PAPONG *et al.*, 2013), corroborando com dados obtidos em trabalhos anteriores que tinham como base evidências morfológicas e químicas (BRODO; ELIX, 1993; LUMBSCH, 1995, LUMBSCH *et al.*, 1995). Esse pigmento protege contra os raios ultravioleta (CULBERSON *et al.*, 1993; BJERKE *et al.*, 2005; MCEVOY *et al.*, 2006), podendo ser esse o principal papel em espécies de *Lecanora* (PAPONG *et al.*, 2013).

Outro caractere avaliado neste trabalho de Papong *et al.* (2013) foi a pigmentação do hipotécio, os dados filogenéticos confirmaram a colocação de espécies com hipotécio escuro em *Lecanora sensu stricto*, confirmando trabalhos anteriores baseados em caracteres fenotípicos (LUMBSCH *et al.*, 1996). Os autores ainda destacam que essa característica evoluiu várias vezes de forma independente dentro do grupo, sugerindo um valor adaptativo desse personagem em ambientes tropicais, o que, no entanto, atualmente não é bem compreendido. Em suas análises filogenéticas de táxons brasileiros, Santos (2019) observou um dado parecido, um clado bem suportado formado tanto de espécies com pigmentação escura como por táxons com pigmentação clara, evidenciando que de fato, a presença de hipotécio escuro não pode ser um critério utilizado para indicar a monofilia entre as espécies. Esses dados também ressaltam a necessidade de uma melhor elucidação sobre o posicionamento filogenético de *Vainionora*, gênero formado por espécie de hipotécio de coloração escura e que recentemente foi segregado de *Lecanora*.

Outro dado interessante no trabalho de Papong *et al.* (2013) foi que ao adicionar mais de uma amostra por espécie na análise, essas amostras formavam grupos monofiléticos, porém isso não ocorreu em *L. achroa*, *L. caesiorubella* e *L. helva*, indicando incerteza sobre a circunscrição destes táxons. Ainda nesse contexto, Papong *et al.* (2013) observaram que espécies estreitamente relacionadas morfologicamente, como *L. achroa*, *L. helva* e *L. leprosa* (que, por vezes, são diferenciadas apenas por meio da química), parecem não ser estreitamente relacionadas filogeneticamente.

A circunscrição problemática de alguns grupos em *Lecanora* foi resolvida, pelo menos em parte, por Zao *et al.* (2016), em seu estudo sobre líquens lecanoroides. Os autores utilizaram seis regiões gênicas (ITS, nucLSU, mtSSU, MCM7, RPB1, RPB2) e incluíram táxons de nove grupos de *Lecanora sensu lato*: *Lecanora dispersa*, *L. intumescens*, *L. polytropia*, *L. rupicola*, *L. saligna*, *L. subcarnea*, *L. subfusca*, *L. symmicta*, *L. varia*; além de 13 gêneros relacionados. Os autores constataram que *Lecanora* é altamente polifilético e possui vários gêneros filogeneticamente aninhados em *Lecanora sensu lato*.

Assim, Zao *et al.* (2016) estabeleceram quatro grupos monofiléticos e bem caracterizados por caracteres fenotípicos, sendo:

- Um grupo central que corresponde a *Lecanora sensu stricto*, conforme trabalhos anteriores (LUMBSCH, 1999; LUMBSCH *et al.*, 1995;

DICKHÄUSER *et al.*, 1995; LUMBSCH *et al.*, 1996; LUMBSCH *et al.*, 1997; GUDERLEY *et al.*, 1998; PAPONG *et al.*, 2013);

- Um clado formado por táxons do grupo *L. dispersa* e *Arctopeltis*, para os quais Zao *et al.* (2016) resgataram o gênero *Myriolecis* Clem., que passou a acomodar todas as espécies relacionadas a *L. dispersa* e *Arctopeltis*, sendo selecionada *A. thuleana* como espécie-tipo;
- Outro clado, de espécies do grupo *L. muralis*, estreitamente relacionadas ao gênero *Protoparmeliopsis*; consequentemente, propuseram novas combinações para o gênero;
- E no último clado, os autores observaram que três espécies placodióides (*L. novomexicana*, *L. opiniconensis*, *L. phaedrophthalma*) eram mais próximas de *Rhizoplaca* do que de *Lecanora*; foram então propostas também novas combinações.

Os autores também sugeriram a exclusão de duas espécies de *Rhizoplaca* (*R. aspidophora* e *R. peltata*) após verificarem que estas eram distantes filogeneticamente do gênero (ZAO *et al.*, 2016).

Zao *et al.* (2016) ainda destacam que não foi possível resolver as relações filogenéticas de *L. pringlei*, pois os táxons não pareciam estar relacionados com nenhum dos grupos estudados. Esse problema foi elucidado por Davydov *et al.* (2021), quando em suas análises morfológicas e anatômicas verificaram que havia uma espécie recém coletada que se distinguia de todos os gêneros conhecidos. Os autores aplicaram métodos moleculares e constataram que a nova espécie pertencia a Lecanoraceae e era filogeneticamente próxima de *L. pringlei*. Apoiados nos dados obtidos, descreveram o gênero *Pulvinora* e acomodaram todas as espécies relacionadas a *L. pringlei* e a nova espécie *P. stereothallina* (espécie-tipo do novo gênero).

Ivanovich *et al.* (2021), em um trabalho preliminar, analisaram filogeneticamente 90 espécimes relacionadas ao grupo *L. saligna*, utilizando duas regiões gênicas (ITS e mtSSU). O grupo parece ser parafilético, ficando dividido em dois clados principais e vários clados menores bem suportados. O clado *Lecanora varia* emergiu dentro do grupo *L. saligna*. Os autores também indicaram que parece haver alguma separação geográfica entre as linhagens, pois a maioria dos táxons norte-americanos, comumente identificados como *L. saligna* e *L. albellula*, formam dois clados separados de seus homônimos europeus. Os resultados sobre a filogenia

do grupo não foram muito conclusivos e os autores indicaram que mais sequências precisam ser adicionadas.

Para América do Sul (Bolívia), Medeiros *et al.* (2021) trazem um importante conjunto de dados, tanto ecológicos quanto moleculares para Lecanoraceae. Assim como em trabalhos anteriores, os autores encontraram uma série de espécies crípticas, como por exemplo, *L. caesiorubella* que surge como três linhagens diferentes.

2.2 VAINIONORA KALB

O gênero *Vainionora* foi proposto por Kalb (1991) para acomodar espécies anteriormente alocadas em *Lecanora*. Na proposta, o novo gênero acomodaria espécies com apotécio mais largo, hipotécio vermelho-amarronzado, conídios baciliformes, e que continham xantonas como principal componente químico. Na ocasião as espécies *V. pallidostraminea* (Vain.) Kalb (espécie-tipo), *V. aemulans* (Vain.) Kalb, *V. flavovirens* (Fée) Kalb, *V. stramineopallens* (Vain.) Kalb e *V. warmingii* (Müll. Arg.) Kalb foram transferidas para o novo gênero (KALB, 1991).

Em uma revisão feita em espécies de *Lecanora* com hipotécio pigmentado, foi mostrado que todas as espécies analisadas que continham essa característica pertenciam a *Lecanora* s.str. e que, por vezes, xantonas também eram encontradas (LUMBSCH *et al.*, 1996). Esse resultado fez os autores questionarem esses caracteres destacados por K. Kalb quando propôs o gênero *Vainionora*. O tamanho do apotécio também foi outro caractere não validado durante as análises, devido à grande variedade de tamanhos encontrados no grupo de *Lecanora subfusca* (LUMBSCH *et al.*, 1996). Ainda segundo os autores, o caractere mais consistente seria a forma e tamanho dos conídios (filiformes e maiores, em *Lecanora* s.str. *versus* baciliformes e menores, em *Vainionora*). Critério taxonômico este, validado desde as observações feitas por Nylander (1855), em que foi visto que *L. subfusca* apresenta conídios com tamanho e forma muito uniformes. Para Lumbsch *et al.* (1996), essa diferença parecia estar estreitamente ligada ao desenvolvimento de grandes apotécios e com a presença de liquexantonas e norliquexantonas O-metiladas (norliquexantonas não metiladas são mais comuns em *Lecanora sensu stricto*). Os autores observaram que seria necessário aguardar um próximo trabalho do autor do gênero para elucidar o conceito de *Vainionora*.

Em Kalb e Elix (2004), foi destacado duas características que não haviam sido citadas na proposta original de *Vainionora*: foi enfatizado que as espécies do gênero possuem um subimênio bem desenvolvido e pigmentado, e, somado a isso, um hipotécio hialino. Esta estrutura também não foi mencionada na revisão de Lumbsch *et al.* (1996). Após, essas novas considerações feitas, os critérios taxonômicos avaliados para acomodar espécies em *Vainionora* passam a ser: a presença de apotécios grandes (critério que pode ser utilizado para identificação prévia em campo); a forma e tamanho dos conídios; cores do subimênio e do hipotécio; e o tipo de xantonas, muitas espécies de *Vainionora* produzem cloronorliques xantonas O-metiladas e liquexantonas cloradas (KALB; ELIX, 2004), assim como destacado por Lumbsch *et al.* (1996).

No geral, o gênero exibe dois tipos de química que podem ser testados por luz ultravioleta ($\lambda 365$ nm). As espécies UV- possuem um talo cinzento, apresentam atranorina no córtex como substância principal e ácido 2'-O-metilperlatólico ou 2-O-metilsulfurelina como substâncias principais na medula. Em espécies UV+ (amarelo a laranja) e C+ (laranja), o talo é amarelado e podem ser encontrados como metabólitos principais a artotelina e / ou a turingiona juntamente com outras xantonas cloradas. No entanto, deve-se notar que existem várias espécies que contêm atranorina e ácido 2'-O-metilperlatólico, bem como várias xantonas, todas como constituintes principais (KALB; ELIX, 2004).

Bungartz *et al.* (2020) trazem uma revisão dos caracteres gerais que complementam os que já foram citados; as espécies de *Vainionora* têm o talo branco, pálido a cinza escuro ou verde amarelado e contêm atranorina e / ou xantonas cloradas, raramente também ácido úsnico. Os apotécios são adnatos a distintamente sésseis, com um disco verde amarelado claro a marrom claro ou profundo, marrom avermelhado a quase preto. A margem do talo geralmente contém grandes cristais que são insolúveis em K, ocasionalmente também pequenos cristais que são solúveis em K (BUNGARTZ *et al.*, 2020).

Os caracteres destacados ao longo dos trabalhos citados não são considerados decisivos quando ocorrem de forma isolada, pois podem ser observados de igual modo em espécies de *Lecanora* s.str (vide, LUMBSCH *et al.*, 1996) como em espécies relacionadas a *L. coronulans* que têm um subimênio fracamente pigmentado em transição para um hipotécio muito escuro, e espécies do grupo *L. queenslandica* que contêm ácido úsnico, ou ainda, avaliar somente a forma dos conídios (baciliforme x

filiforme), visto que espécies relacionadas a *L. polytropa* e *L. saligna* têm conídios baciliformes, mas um subimênio e hipotécio não pigmentados (BUNGARTZ *et al.*, 2020). Um bom personagem para distinguir as espécies de *Vainionora* desses táxons pode ser a presença ou ausência de cristais apoteciais (BUNGARTZ *et al.*, 2020).

Atualmente, o gênero abriga 10 espécies: *Vainionora aemulans* (Vain.) Kalb; *Vainionora americana* Kalb, Tønsberg & Elix; *Vainionora flavidorufa* (Hue) Papong & Lumbsch; *Vainionora flavovirens* (Fée) Kalb; *Vainionora nugrae* Bungartz & Elix; *Vainionora pallidostraminea* (Vain.) Kalb; *Vainionora sorediata* Aptroot; *Vainionora stramineopallens* (Vain.) Kalb; *Vainionora variabilis* Kalb & Elix; *Vainionora warmingii* (Müll. Arg.) Kalb. É provável que muitas espécies descritas no gênero *Lecanora* também pertençam a esse gênero (LUMBSCH *et al.*, 1996).

Nem sempre é possível combinar todos os caracteres taxonômicos do gênero. A grande maioria das combinações e descrições das espécies de *Vainionora* foi fortemente apoiada pelos metabólitos secundários encontrados ou em outras características morfológicas. Um exemplo é na descrição de *Vainionora nugrae* Bungartz & Elix, que mesmo tendo um subimênio hialino e não terem sido encontrados conídios, foi acomodada no gênero por conter xantonas e atranorina no talo (BUNGARTZ *et al.*, 2020). Um outro exemplo é de *Vainionora sorediata* Aptroot, que se trata da segunda espécie cortícola do gênero *Vainionora* a apresentar um talo sorediado, morfológicamente próxima de *Vainionora aemulans* (Vain.) Kalb, mas diferindo no arranjo dos sorédios no talo e margem do apotécio (APTROOT *et al.*, 2021); e assim como a espécie *Vainionora nugrae* Bungartz & Elix, possui um subimênio hialino e conídios também não foram observados (BUNGARTZ *et al.*, 2020; APTROOT *et al.*, 2021).

2.3 *TEPHROMELA* CHOISY

Lichen ater foi originalmente descrita por William Hudson em 1762, tendo sido coletada no Reino Unido. Posteriormente, a espécie foi transferida para o gênero *Lecanora* e renomeada como *Lecanora atra* (Huds.) Ach. (ACHARIUS, 1810). Após mais de um século, Choisy observou que a espécie acumulava características morfológicas que divergiam do que era visto para as demais espécies do gênero, propondo assim, o gênero *Tephromela* Choisy, para alocar esta única espécie de *Lecanora* que apresentava um himênio pigmentado de coloração roxa e conidiosporos

retos, *L. atra* (CHOISY, 1929). Em sua proposta para a nova combinação, Choisy não deixa muito claro a associação de *Lecanora atra* com o novo gênero e, consequentemente não foi considerada válida.

O gênero permaneceu sem notoriedade por mais de meio século, até ser aceito por J. Hafellner (KALB, 1983); no ano seguinte, Hafellner (1984), realiza um estudo aprofundado sobre os tipos de ascos encontrados em diversos líquens, e observa que os tipos encontrados em *Tephromela* eram diferentes dos vistos nos gêneros de Lecanoraceae. Isto o fez propor a família Tephromelataceae, para acomodar o único gênero e sua única espécie que apresentava um grande apotécio com margem talina, himênio e hipotécio roxos e ascos do tipo *Bacidia*. No ano seguinte, J. Hafellner & Roux, adicionaram mais duas espécies: *Tephromela grumosa* (Pers.) Hafellner & Cl. Roux; *Tephromela pertusarioides* (Degel.) Hafellner & Cl. Roux (Clauzade & Roux 1985).

Kantvilas (2015), em uma análise aprofundada sobre o gênero, destaca que são utilizados dois caracteres críticos para a classificação e descrição de espécies: o tipo asco e a anatomia do apotécio. Ao analisar os ascos, Kantvilas (2015) achou inconsistências ao comparar os descritos e ilustrados por Hafellner (1984) com os espécimes que ele investigou em seu trabalho. O autor então considerou que *Tephromela* tem um tipo intermediário entre os ascos *Biatora* e *Lecidella*, e não *Bacidia*, como descrito por Hafellner (1984). Essas diferenças já haviam sido relatadas em outros trabalhos anteriores; Kantvilas (2009) se referiu como tipo *Lecidella*, e Spribille *et al.* (2011) como tipo *Biatora*.

Em relação à organização das camadas de células em um corte transversal de um apotécio lecanorino de uma espécie de *Tephromela atra*, Kantvilas (2015) destaca, principalmente, as divergências encontradas na definição de coloração do himênio, do hipotécio e de um tecido hialino presente entre essas duas estruturas. Hafellner (1984) considerou que tanto o himênio como o hipotécio tinham a mesma coloração roxo-violeta, em contraste com a grande parte das descrições feitas posteriormente, que relatam o hipotécio com uma coloração marrom-dourada (por exemplo, RAMBOLD, 1989; NASH *et al.*, 2004; KALB, 2008; ELIX, 2009; LAMBLEY; PURVIS, 2009), mas não fazem nenhuma menção à camada hialina. Já em Fryday (2011), nas observações relatadas, cita que o hipotécio pode ser constituído por uma camada superior hialina e uma inferior marrom-dourada.

Todos esses caracteres contrastantes tornam o processo de identificação mais complexo e permitem que uma espécie tenha uma grande amplitude de caracteres e torne-se um aglomerado de espécimes sob um só epíteto, como é o caso de *Tephromela atra*. Kantvilas (2015) cita as coleções de espécimes da Tasmânia e acredita que o mesmo ocorra por todo o hemisfério Sul, onde por muito tempo tudo que possuía traços característicos (o talo esbranquiçado e crostoso, apotécio aparentemente lecanorino com um disco preto e, anatomicamente, o himênio pigmentado de violeta e ascósporos simples) era/é automaticamente identificado como *T. atra*. Alguns caracteres críticos podem ser utilizados para identificar *T. atra sensu stricto*, são: química encontrada no talo, atranorina e ácido α -collatólico (com ou sem os ácidos alectorônico e bourgeânico em concentrações menores) e a pigmentação do himênio (ELIX, 2009).

Com o gênero sendo melhor estudado, muitas espécies estão sendo segregadas e descritas por meio de variações morfológicas e/ou químicas (FRYDAY 2011, 2019; ELIX 2008, 2012, 2013; KANTVILAS, 2015; KANTVILAS, 2017), mas que, por vezes, em observações posteriores, podem não ser sustentados. É o caso de *Tephromela bullata* Elix: segundo o autor da espécie, as diferenças entre *T. bullata* e *T. atra* são em relação ao hábito cortícola; o protalo branco; hipotécio mais fino; ascósporos maiores e conídios mais curtos (ELIX, 2012). Porém, Kantvilas (2015) fez uma revisão detalhada de vários e até de alguns dos mesmos espécimes e observa que os tamanhos dos esporos, conídios e hipotécio, e até mesmo a cor do protalo se sobrepõem com *T. atra*, a única diferença seria em relação ao substrato, que ainda não é um caractere taxonômico utilizado na separação dos espécimes.

Trabalhos de revisões globais em *Tephromela* avaliando a diversidade genética e fenotípica têm revelado muitos problemas na definição de espécies baseada apenas em critérios morfológicos e químicos. Muggia *et al.* (2013) analisaram genética e fenotipicamente grande parte dos espécimes segregados de *T. atra* e viram que as divergências nos perfis químicos, morfológicos e dos substratos relatadas nas diagnoses das espécies não eram apoiadas por variações genéticas. Os autores acreditam que as diferenças podem ser melhor explicadas como uma diversidade intraespecífica local e não que se trata de uma especiação. Porém, uma análise mais detalhada da variação química combinada com dados genéticos entre táxons morfológicamente indistinguíveis no gênero *Mycoblastus* mostrou que estes possuíam um perfil de ácidos graxos único, sugerindo que a diferenciação química precede a

diferenciação morfológica e pode ser um precursor da especiação (SPRIBILLE *et al.*, 2011), ou pode também evidenciar que por vezes caracteres únicos podem passar despercebidos durante as análises de espécies crípticas (CRESPO; PÉREZ-ORTEGA, 2009).

Em *Tephromela atra sensu lato*, taxonomia integrativa (filogenia molecular, metabólitos secundários e caracteres morfológicos) também têm revelado que a ocorrência dos ácidos graxos nos espécimes não pode ser um critério simplesmente ignorado e auxilia na separação desse aglomerado de espécies. Cestaro *et al.* (2016) descreveram *T. pacífica* Björk & Muggia após os dados moleculares indicarem que de fato as diferenças químicas e de origem geográfica eram apoiadas também por variações genéticas. Algo parecido ocorreu no complexo de espécies *Neoprotoparmelia multifera* descoberto recentemente no Brasil (SANTOS *et al.*, 2019). Os autores descobriram uma enorme diversidade entre os espécimes que eram comumente alocados no epíteto “*multifera*” e descreveram seis espécies novas desse complexo.

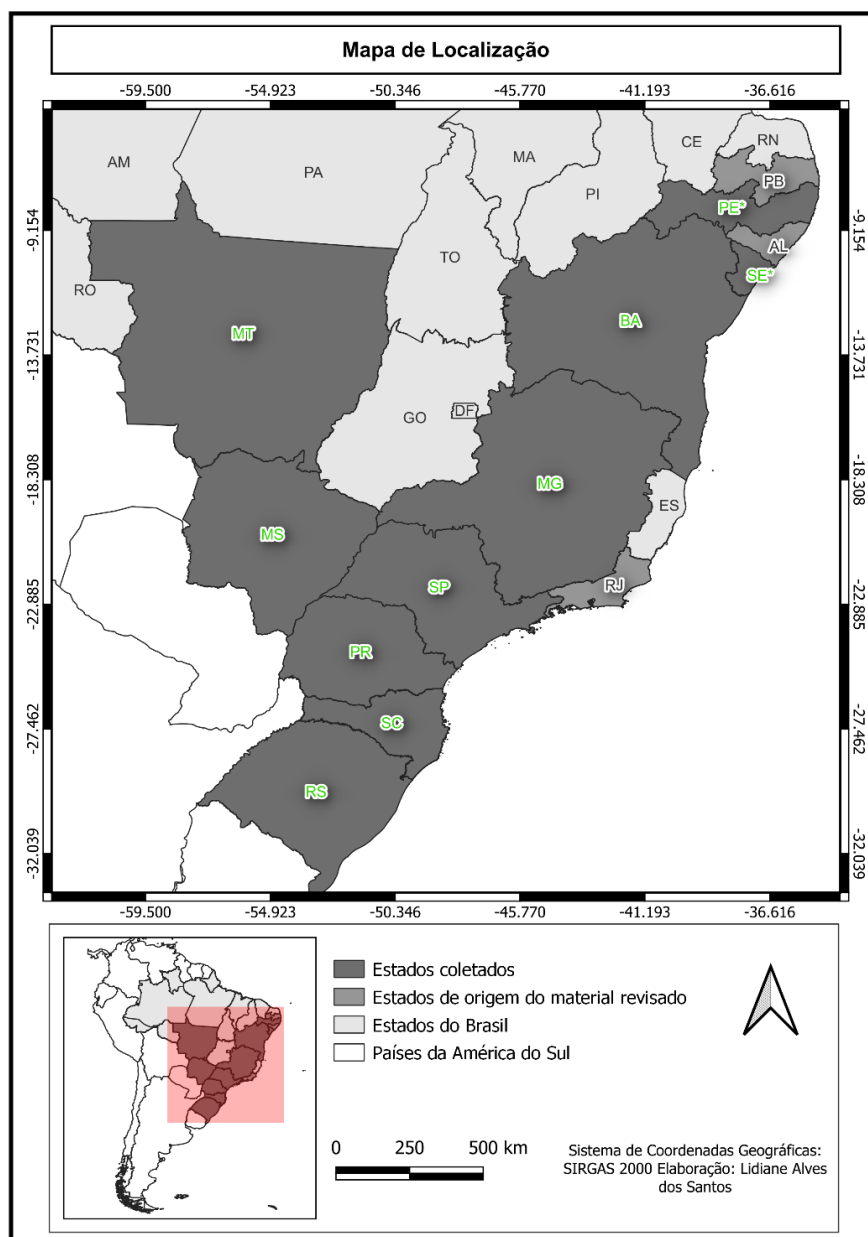
Para *Tephromela*, Muggia *et al.* (2013) acreditam que será preciso mais trabalhos que consigam correlacionar a diversidade genética com as diferenciações morfológicas e químicas, pois seus resultados demonstraram que as pequenas peculiaridades morfológicas não são critérios válidos para a segregação de espécies.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREAS DE COLETA

Foram analisados espécimes de coletas realizadas em 10 estados (Figura 1, Tabela 1). Adicionalmente, foram feitas revisões morfológicas e químicas de amostras depositadas no Herbário ISE (Figura 1, Apêndice A).

Figura 1— Mapa de localização com os Estados de origem dos espécimes estudados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: Abreviação dos estados destacados em verde – novas coletas de espécimes coletados durante o doutorado; abreviação dos estados destacados em preto – origem dos espécimes revisados. PE* e SE* representam estados onde foram realizadas novas coletas e materiais também foram revisados.

Tabela 1 — Locais de origem dos espécimes estudados.

Áreas	Cidade	Estado	Coordenadas Geográficas
Cânion Pirituba	Bom Sucesso de Itararé	SP	24°08' S, 49°05' W
Estação Ecológica Raso da Catarina	Paulo Afonso	BA	9° 39'S, 38° 28' W
Gruta Santa da Serra da Lagoinha	Barra do Chapéu	SP	24°23'S, 49°10' W
Parque Estadual Turístico do Alto Apiaí		SP	24°25' S, 48°34' W
Ribeira			
Parque Nacional do Catimbau	Buíque	PE	8°35'S, 37°14'W
Parque Natural Municipal Morro do Apiaí		SP	24°30'S, 48°50'W
Ouro			
Povoado Rio dos Negros	Carira	SE	10°29' S, 37°48' W
RPPN Santuário do Caraça	Catas Altas	MG	20°06' S, 43°29' W
Fazenda Oiteiro, povoado Quererá	Tucano	BA	11°18' S 38°48' W
Rio Salobra	Miranda	MS	20° 10'S, 56° 30' W
Cerro do Ubaldo	Piratini	RS	31°30'S, 53°06'W
Ao longo do Rio Aquidauana	Rochedo	MS	19° 57' S, 54° 53' W
Campos do Quiriri, Santa Catarina	Guaruva	SC	26° 01' S, 48° 59' W
Parque Estadual das Várzeas do Rio Jateí		MS	22°54'S, 53°45'W
Ivinhema			
Morro Grande	Corumbá	MS	19°13'S, 57°40'W
Mirador de Paxixi	Aquidauana	MS	20°23'S, 55°36'W
Pousada do Parque	Chapada dos Guimarães	MT	15°26'S, 55°49'W
Tagaçaba Porto da Linha	Guaraqueçaba	PR	25°13'S, 48° 27'W
Rio Preto	Rio Negrinho	SC	26°17'S, 49°37' W
Cascata	Pelotas	RS	31°36'S, 52°30'W
Camisão	—	RS	20°28'S, 55°38'W
Bonito	—	MT	21°07'S, 56°30'W
Balneário Santa Vitória	Rio Pardo	RS	30°00'S, 52°23'W
Vila Pirapitanga	Aquidauana	MS	20°29'S, 55°29'W

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Legenda: Estados brasileiros (**AL** – Alagoas, **BA** – Bahia, **MG** – Minas Gerais, **MS** – Mato Grosso do Sul, **MT** – Mato Grosso, **PE** – Pernambuco, **PR** – Paraná, **RJ** – Rio de Janeiro, **SC** – Santa Catarina, **SE** – Sergipe, **SP** – São Paulo).

3.2 COLETA E PROCESSAMENTO DO MATERIAL LIQUÊNICO

Em cada área foram realizadas coletas com duração de quatro a sete dias consecutivos, exceto as coletas realizadas em Sergipe, que tinham duração de um dia e em dias alternados, e totalizaram cerca de 10 dias. Foi utilizada a técnica de coleta oportunista (CÁCERES *et al.*, 2008; SIPMAN *et al.*, 1996). Este método consiste na coleta em árvores selecionadas aleatoriamente ao longo das principais trilhas dentro dos fragmentos da floresta, bem como penetrar na vegetação, quando possível, com base na análise e visualização dos talos liquênicos (CÁCERES *et al.*, 2008). Os talos liquênicos foram coletados com auxílio de faca e martelo para remoção do líquen e parte do substrato, por serem líquens crostosos, depositando cada amostra em sacos de papel com a identificação de local e data de coleta.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Liquenologia da Universidade Federal de Sergipe e armazenadas em freezer até a remoção dos ascomas para a extração de DNA. Após a remoção dos ascomas, as amostras foram coladas em papel cartão de 15×9 cm para confecção da exsicata, registrando-se local e data de coleta no canto inferior direito, assim como o número do coletor no canto inferior esquerdo.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE LIQUENS

Para a análise macroscópica, foram observadas: forma de crescimento do líquen, cor, forma e superfície do talo, presença, tipo e forma de estruturas reprodutivas sexuadas (ascomas) e assexuadas (sorédios e isídios).

Para a observação microscópica do material coletado foram feitos, com o auxílio de estereomicroscópio, cortes à mão livre com lâminas de aço dos apotécios e, quando necessário, de estruturas como sorédios e isídios, e do talo liquênico. Os cortes foram postos entre lâmina e lamínula em água destilada e observados no microscópio óptico o tipo de ascósporos (cor, tamanho, septação), metabólitos secundários, entre outros caracteres. Para a observação de reações químicas com determinados compostos secundários do fungo liquenizado aplicou-se uma ou duas gotas de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 10% à preparação. A solução de Lugol a 2% foi utilizada para verificar a reação amiloide (acinzentada, azulada ou violácea) ou dextrinoide (marrom-avermelhada) das paredes dos ascos e ascósporos, das hifas e de outras microestruturas no himênio. Foi aplicada luz

ultravioleta (UV) ($\lambda 365$ nm), para verificar a presença de substâncias liquênicas que fluorescem na presença de luz UV. Os metabólitos secundários foram analisados por meio da técnica de cromatografia em camada delgada (CCD), utilizando o sistema de solvente C (tolueno e ácido acético) seguindo a metodologia exposta em White e James (1985), Orange *et al.* (2001), Hüneck e Yoshimura (1996).

Para a identificação do material estudado, foram utilizados principalmente os trabalhos de Guderley (1999), Nash *et al.* (2004), Cáceres (2007). A nomenclatura foi atualizada após consulta às bases de dados *on-line* Index Fungorum (www.indexfungorum.org). Coleções de referência foram depositadas nos herbários ISE, ABL e CGMS.

3.4 EXTRAÇÃO, PURIFICAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DE DNA

Após a coleta dos líquens e processamento das amostras, quatro a seis ascomas frescos ou previamente congelados foram retirados com o auxílio de lâmina de aço e pinça previamente limpos com álcool 70%, e recolhidos em microtubos de 1,5 mL e armazenados em freezer (-20 °C) até a extração do DNA. Foi usado o Kit de extração de DNA Wizard® Genomic DNA Purification Kit, seguindo o protocolo de extração de DNA para tecidos vegetais, com apenas uma alteração no volume da solução de reidratação que foi de 50 μ L. Após, foi utilizado um espectrofotômetro para quantificar o DNA, seguindo as especificações do aparelho e, em seguida, o DNA foi acondicionado em freezer a -20 °C até seu uso em reações de PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Foi utilizado o GoTaq® Green Master Mix da marca Promega para obter o DNA amplificado seguindo as especificações do fabricante. Foram obtidos amplificadores das regiões do Espaçador interno transcrito (ITS) e Pequena Subunidade Mitocondrial (mtSSU), utilizando combinações de primers fúngicos e ciclagem adequados (Tabela 2)

O resultado da amplificação foi verificado por eletroforese em gel de agarose a 2% e os produtos das amplificações foram purificados com o kit Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up e enviados para sequenciamento no Laboratório de Genética da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco). Todos os procedimentos, desde extração até envio das amostras, foram realizados no Laboratório de Liquenologia e Biologia Molecular da Universidade Federal de Sergipe.

Tabela 2— Regiões gênicas, respectivos marcadores e ciclos térmicos utilizados.

Região gênica	Iniciadore s	Ciclagem	Referências
nrITS	ITS1F e ITS4A	95°C: 5 min, (1) (95°C: 30s, 66°C: 30s) × 10; (2) (95°C: 30s, 56°C: 30s, 72°C: 1 min 30s) × 34, 72°C: 10 min	(GARDES; BRUNS, 1993; LARENA <i>et al.</i> , 1999)
	ITS1F e ITS4	95°C: 5 min, (95°C: 30s, 56°C: 30s, 72°C: 1 min 30s) × 35, 72°C for 10 min	(GARDES; BRUNS, 1993; WHITE <i>et al.</i> , 1990)
mtSSU	mrSSU1 e MSU7	95°C: 10 min, (1) (95°C: 45s, 50°C: 45s) × 34; (2) (95°C: 30s, 56°C: 30s, 72°C: 1 min 30s) × 34, 72°C: 10 min	(VILGALYS; HESTER, 1990) (ZOLLER <i>et al.</i> , 1999).

Fonte: Elaborado pela autora

3.4.1 Alinhamento das sequências e análise filogenética

As sequências obtidas foram alinhadas com as sequências recuperadas do *GenBank* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), com o auxílio do programa MAFFT 7 (KATO *et al.*, 2009; KATO, 2013) e editadas usando o programa BioEdit 7.2.0 (Hall 1999). A caracterização molecular final foi realizada com a avaliação filogenética e construção de filogramas usando máxima verossimilhança (MV) no RAXML-HPC BlackBox v8.1.11 na plataforma *Cipres Scientific* (MILLER *et al.*, 2010; STAMATAKIS, 2014). A árvore obtida foi visualizada por meio do programa *Figtree*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AMOSTRAS ESTUDADAS

Foram obtidos aproximadamente 450 espécimes (Apêndice B e Apêndice C) de líquens lecanoroides nas coletas realizadas no estado do Mato Grosso (9), Mato Grosso do Sul (16), São Paulo (43), Minas Gerais (205), Santa Catarina (4), Rio Grande do Sul (6), Bahia (86), Paraná (2), Pernambuco (61) e Sergipe (4). Inicialmente, todos os espécimes coletados foram analisados morfológicamente e quimicamente por meio de *spot tests* e luz UV. Foram extraídos o DNA de todos os espécimes e, posteriormente, submetidos à PCR. Apesar de terem sido selecionadas amostras de boa qualidade que visualmente não apresentavam outros fungos parasitando o talo líquênico, 14 sequências apresentaram baixa qualidade, e seis sequências, ao realizar o *blastn*, resultaram em contaminações. Adicionalmente, foram revisadas a morfologia, química e filogenia de 91 espécimes depositados no herbário ISE provenientes do material de Santos (2019). Para 41 desses espécimes, já haviam sequências disponíveis, sendo ainda obtidas 24 novas sequências do restante do material revisado (Apêndice D).

No total, foram obtidas 236 sequências (Apêndice D), 211 sequências da região ITS representando os três gêneros alvos do estudo (151 *Lecanora*, 49 *Vainionora*, 11 *Tephromela*). Adicionalmente, foram obtidas 25 sequências da região mitocondrial para o gênero *Vainionora*. Em cada um dos respectivos gêneros essas amostras formaram novas linhagens e clados.

As análises de Cromatografia de Camada Delgada (CCD), foram realizadas em 136 amostras. Santos (2019) havia registrado 18 metabólitos secundários para o gênero *Lecanora* e destacou que havia alguns metabólitos indeterminados que precisariam ser revisados. Com isso, foram revisadas as identificações dos metabólitos de 113 espécimes provenientes daquele trabalho. Assim como em Santos (2019), o composto atranorina foi detectado em grande parte das amostras.

A taxonomia dos líquens lecanoroides é por vezes complexa, pois os caracteres morfológicos do atual conceito de espécie (apotécio, coloração do disco do apotécio, ausência ou presença de pruína; tipos de esporos, morfologia do talo, metabólitos secundários, etc.) são compartilhados por muitos dos espécimes encontrados,

revelando muitas espécies crípticas, as quais são apenas diferenciadas pelos metabólitos secundários e suas relações filogenéticas.

4.2 TAXONOMIA E FILOGENIA DOS GÊNEROS ESTUDADOS

4.2.1 *Lecanora* Ach.

Das coletas e revisões realizadas foram identificadas 33 espécies, sendo 10 novas: *Lecanora flavocaesia* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora fluorosaxicola* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora irregularicrocea* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora neohelva* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora nigrilobulata* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora notactria* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora pallidachroa* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora parahelva* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora saepiphila* L.A. Santos *et al.*, *Lecanora xanthoverrucosa* L.A. Santos *et al.*, e duas subespécies foram elevadas a espécie: *L. glaucomodes* Nyl., e *L. neomerrillii* L.A. Santos *et al.*, em prep. Foram ainda encontrados dois novos registros: *Lecanora orosthea*, coletada em Minas Gerais e representando um novo registro para o Brasil (APTROOT *et al.*, 2021); e *L. oreinoides*, um novo registro para Pernambuco (SANTOS *et al.*, 2022). Alguns espécimes do gênero *Lecanora*, dentre os quais também haviam espécies novas, não ficaram filogeneticamente bem delimitados e foram retirados da topologia final: *Lecanora* sp. nov. 277; *Lecanora* sp. nov. 226; *Lecanora* sp. nov. 55269.

As espécies sequenciadas aparecem distribuídas ao longo de todo o filograma e em grande parte formaram novos clados e novas linhagens (Figura 2). Destaca-se desses um grande clado formado por espécimes que morfologicamente se adequam ao conceito morfológico utilizado por Kalb (1991) para propor o gênero *Vainionora* (Figura 2) e serão tratados mais adiante.

Figura 2 — Relações filogenéticas de *Lecanora sensu lato* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências ITS rDNA. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. As novas espécies são destacadas em verde. Em azul, estão as linhagens que apresentam sequências de espécimes já conhecidos coletados no Brasil. Em cinza estão as sequências adquiridas no GenBank.

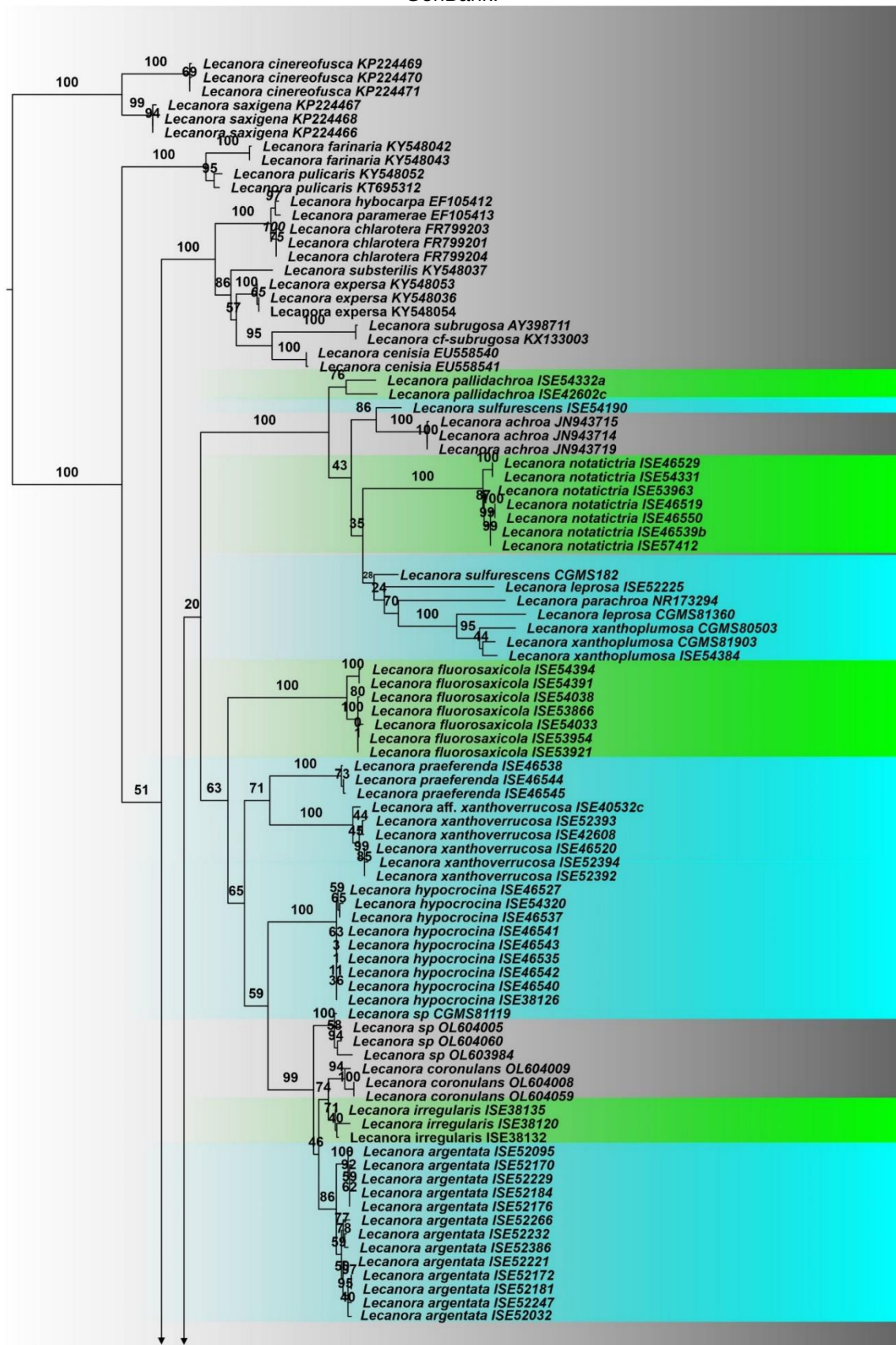


Figura 2– continuação

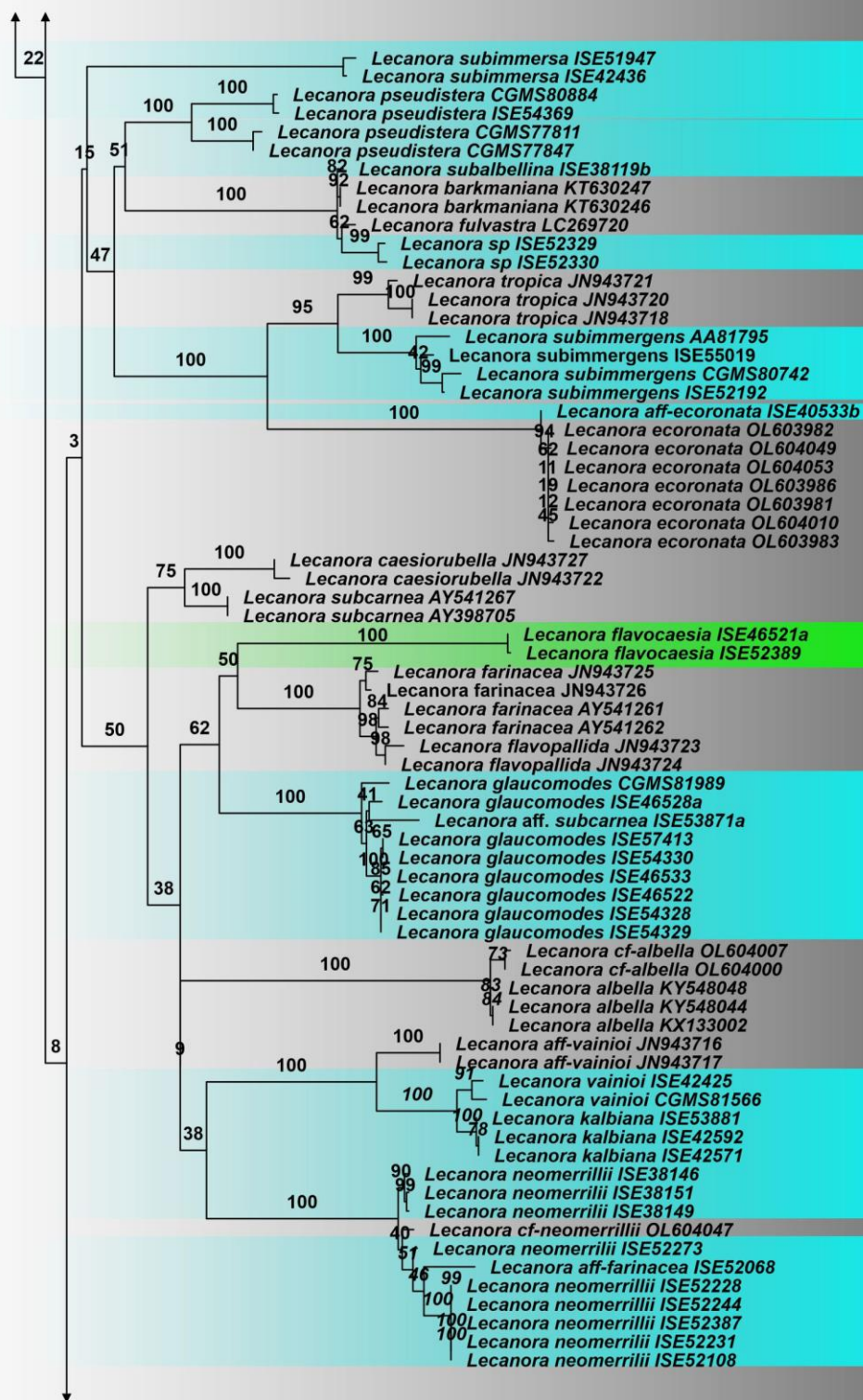
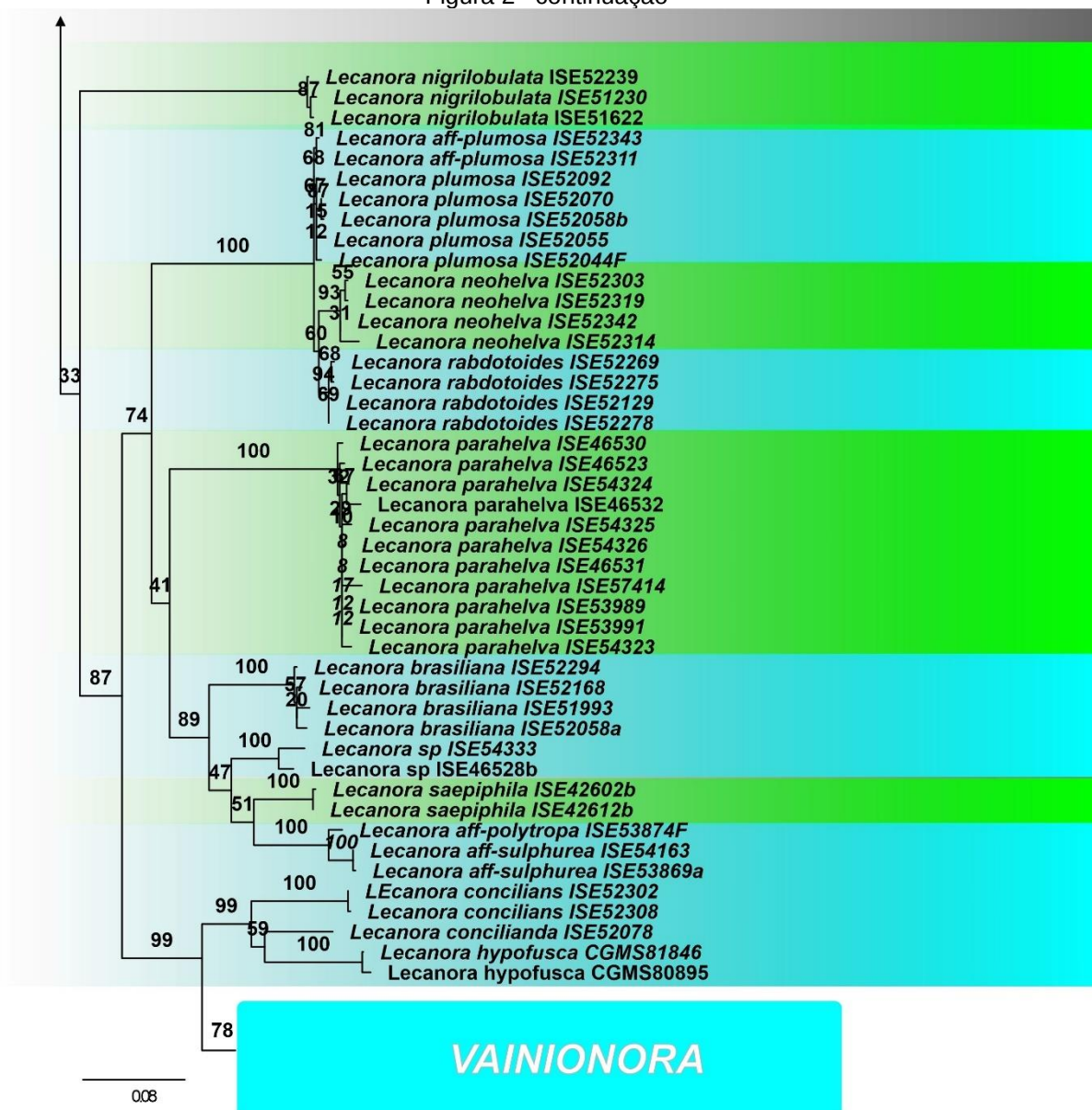


Figura 2– continuação



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.1 Clado *achroa*

Foram coletadas e geradas sequências de oito espécimes, provenientes da Bahia (53963, 54190), Mato Grosso do Sul (80503, 81360), Mato Grosso (182, 81903), Pernambuco (54384) e Minas Gerais (52225). As análises morfológicas e químicas possibilitaram a identificação de cinco espécies: *Lecanora leprosa* (Figura 3A 3B), *L. sulfurescens* (Figura 3C, 3D), *L. xanthoplumosa* (Figura 3E, 3F), sendo duas espécies novas: *Lecanora pallidachroa* (Figura 3G) e *L. notatictria* (Figura 3H).

Há alguns problemas nas relações filogenéticas entre alguns dos espécimes que são morfologicamente similares, pois *L. leprosa* surge em dois ramos distintos (Figura 2; fotografias dos espécimes em Figura 3A, 3B), assim como *L. sulfurescens* (fotografias em Figura 3D, 3E). Medeiros *et al.* (2021) encontraram algo similar para *L. ecoronata* e acreditam que o surgimento de linhagens diferentes para espécies morfologicamente próximas indica que pode haver espécies crípticas dentro de morfoespécies.

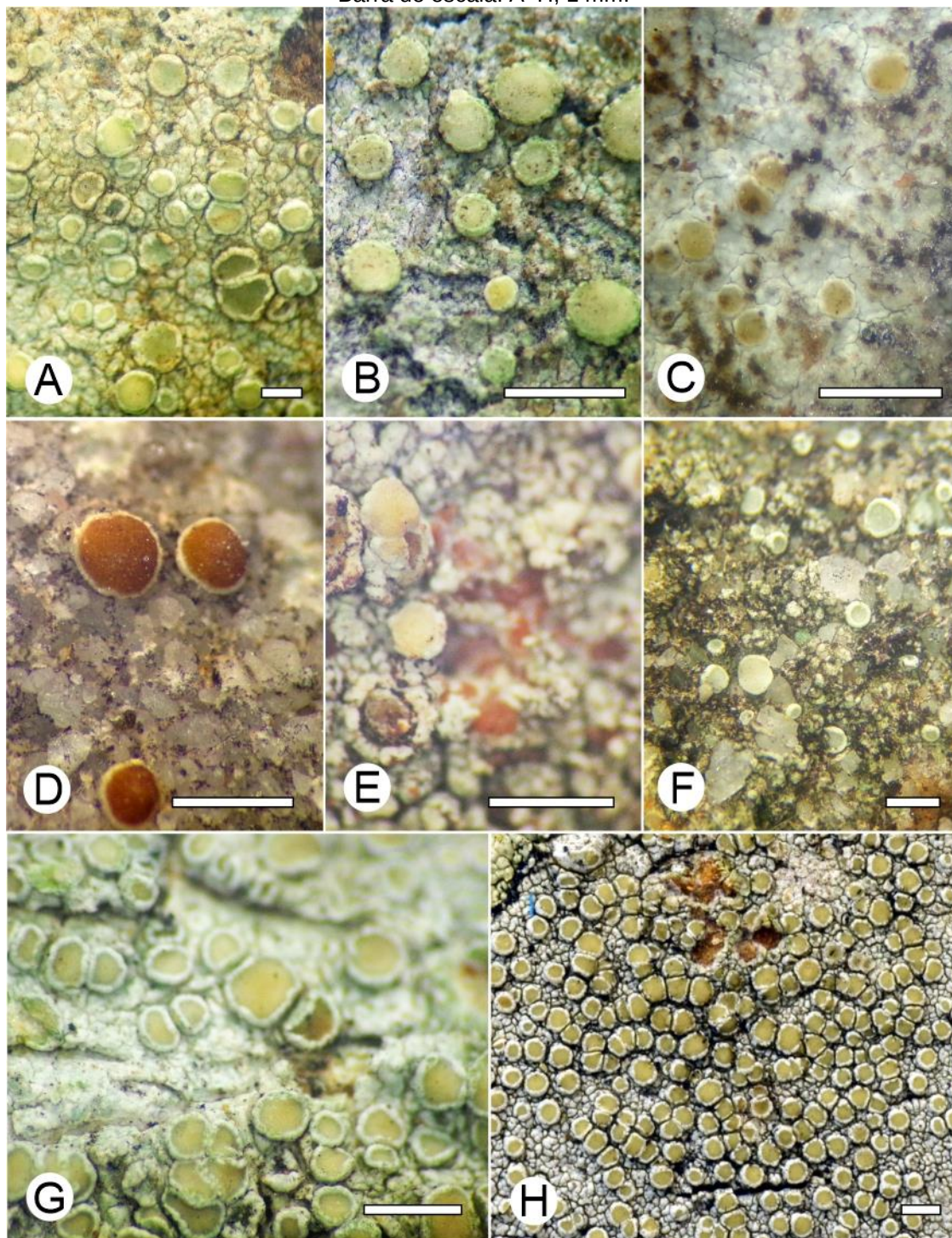
Santos (2019) havia coletado 15 espécimes e gerado quatro sequências relacionadas a este clado, em seu trabalho nomeado “Clado Ursolica” para representar um dos metabólitos secundários encontrados em alguns dos espécimes e que era considerado incomum para o gênero. Com base na topologia obtida e nos metabólitos secundários, Santos (2019) inferiu que dentre as amostras analisadas haviam duas espécies novas. Uma delas, *L. parachroa*, apresentava atranorina e ácidos graxos, sendo descrita por Cavalcante *et al.* (2019), restando a espécie que, aparentemente, produzia ácido ursólico.

Foram revisados 13 espécimes do material relacionado morfologicamente com a espécie que aparentemente produzia ácido ursólico, e geradas cinco sequências adicionais, sendo que três delas ficaram agrupadas com as sequências de Santos (2019). Foram, então, revisados todos os metabólitos secundários relatados para a espécie (atranorina, ácido ursólico, codatina, dimetilcodatina), evidenciando que os espécimes na verdade produziam: atranorina, ácido úsnico, ácido notático, ácido isonotático e ácido subnotático, sendo descrita como *L. notatictria*.

As outras duas sequências representam uma outra espécie nova, *L. pallidachroa*, que possui uma morfologia similar a *L. achroa*, mas difere por ter um disco mais pálido, ausência de ácido úsnico e pelos esporos menores (7.5–) 10–12 (–15) × 5–7.5 vs. 11–16 × 5–8).

Figura 3—A. *Lecanora leprosa*, talo com ascomas (CGMS-81360); B. *Lecanora leprosa*, talo com ascomas (ISE-52225); C. *Lecanora sulfurescens*, talo com ascomas (ISE-54190); D. *Lecanora sulfurescens*, talo com ascomas (CGMS-182); E. *Lecanora xanthoplumosa*, talo com ascomas (CGMS-80503); F. *Lecanora xanthoplumosa*, talo com ascomas (ISE-54384); G. *Lecanora pallidachroa*, talo com ascomas (ISE-54332a); H. *Lecanora notactria*, talo com ascomas (ISE-46519).

Barra de escala: A–H, 1 mm.



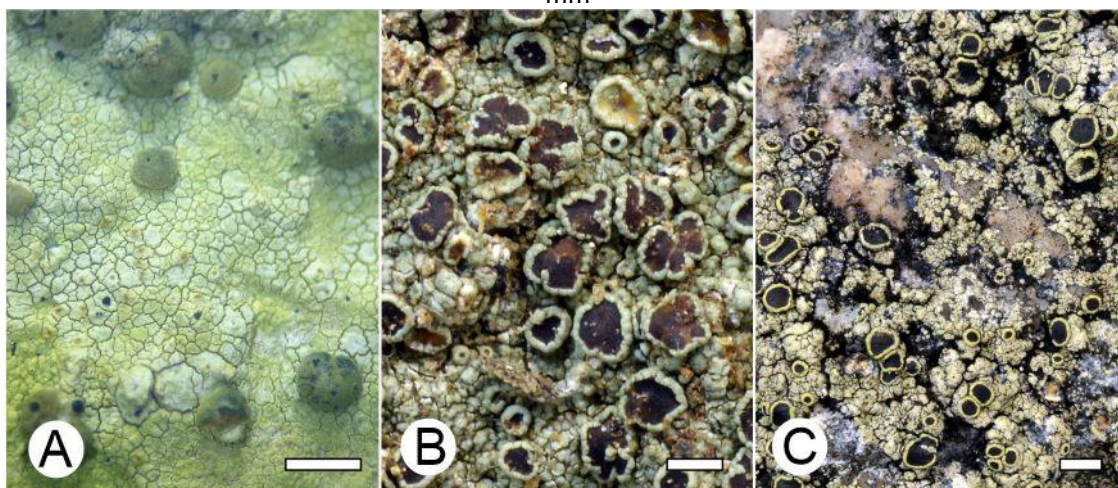
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.2 Clado *fluorosaxicola*

Entre 2021 e 2022, foram coletados 15 espécimes de *Lecanora fluorosaxicola* (cinco espécimes em Pernambuco e dez na Bahia) e geradas sete sequências. Esta espécie é caracterizada pelo talo amarelo-esverdeado pruinoso e um apotécio com disco cinza escuro a preto-acinzentado coberto por uma pruína amarela esverdeada espessa (Figura 4A). Em campo, *L. fluorosaxicola* lembra, superficialmente, duas espécies saxícolas pela coloração do talo, como *L. Vainioi* (Figura 4B), descrita do Rio de Janeiro e restrita aos neotrópicos e *L. kalbiana* (Figura 4C), descrita para o Mato Grosso, atualmente conhecida apenas para o Brasil. A espécie nova difere no talo mais amarelo, nos discos apoteciais com pruína verde amarelada, hipotécio hialino e na ausência de zeorina. *Lecanora ryanii* T.H. Nash & Lumbsch também é superficialmente semelhante, mas difere o suficiente morfologicamente; por exemplo, os apotécios são sésseis, maiores, o disco é sem pruína e a distribuição é restrita, conhecida apenas da Isla Margarita no México (LUMBSCH *et al.*, 2003).

Filogeneticamente, *Lecanora fluorosaxicola* representa um único táxon, em um longo ramo, em um clado com suporte absoluto, enquanto *L. vainioi*, *L. kalbiana* e duas sequências do GenBank (Tailândia) rotulados como *L. vainioi*, formam um subclado que se agrupa em um clado com espécies pruinosas (Figura 2). Além disso, os dados moleculares obtidos indicam que as duas sequências marcadas com *L. vainioi* do Genbank não são desta espécie (Figura 2).

Figura 4— A. *Lecanora fluorosaxicola*, talo com ascomas (ISE-53921); B. *Lecanora vainioi*, talo com ascomas (ISE-42425); C. *Lecanora kalbiana*, talo com ascomas (ISE-53881). Barra de escala: A–C, 1 mm



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

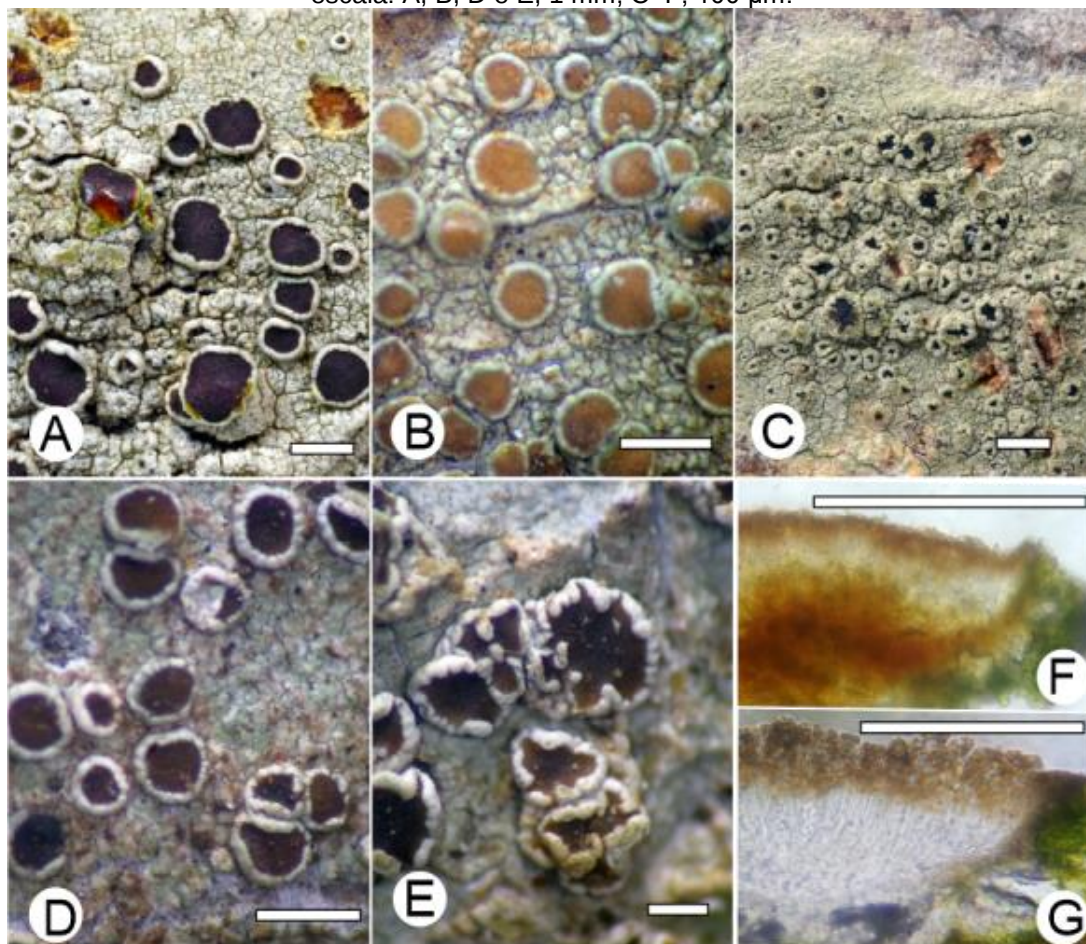
4.2.1.3 Clado *hypocrocina*

Foram geradas 34 sequências que representam cinco espécies bem delimitadas pela morfologia, metabólitos secundários e filogenia. As sequências ficaram agrupadas em dois subclados (Figura 2) um com duas espécies já descritas, *Lecanora hypocrocina* (Figura 5A) e *L. praeferenda* (Figura 5B) e uma espécie nova, *L. xanthoverrucosa* (Figura 5C); e outro com *L. argentata* (Figura 5D) e a nova espécie *L. irregularicrocea* (Figura 5E). Essa última é caracterizada por margens bastante irregulares, discos dos apotécios de coloração marrom-escuro e ascósporos $13\text{--}17 \times 7\text{--}10 \mu\text{m}$. A coloração dos discos do apotécio e hipotécio a torna relativamente semelhante a *L. concilianda* Vain., *L. concilians* Nyl., *L. coronulans* Nyl., *L. hypocrocina* Nyl. Porém, tanto *L. irregularicrocea* quanto as demais espécies estão bem delimitadas e representadas em diferentes linhagens (Figura 2).

A coloração escura do hipotécio é uma das características mais amplamente estudadas nas espécies do gênero, sendo encontrada exclusivamente em espécies tropicais (LUMBSCH *et al.*, 1996). Kalb (1991) utilizou esse e alguns outros caracteres para propor o gênero *Vainionora*. Pabon *et al.* (2013) verificaram a monofilia das espécies que apresentavam essa característica e evidenciou que os espécimes não formavam clados monofiléticos.

Na topologia obtida (Figura 2), três espécies possuem o hipotécio de coloração escura (Figura 5F) e duas espécies apresentam hipotécio de coloração clara (Figura 5G). As demais sequências de espécimes de hipotécio escuro surgem em outros clados não estreitamente relacionados.

Figura 5 — A. *Lecanora hypocronina*, talo com ascomas (ISE-46527); B. *Lecanora praeferenda*, talo com ascomas (ISE-46538); C. *Lecanora xanthoverrucosa*, talo com ascomas (ISE-52392); D. *Lecanora argentata*, talo com ascomas (ISE-52095); E. *Lecanora irregularicrocea*, talo com ascomas (ISE-38135); F. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração escura de *Lecanora hypocronina* (ISE-46527); G. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração clara de *Lecanora praeferenda* (ISE-46538). Barra de escala: A, B, D e E, 1 mm; C–F, 100 µm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.4 Clado *subimmersens*

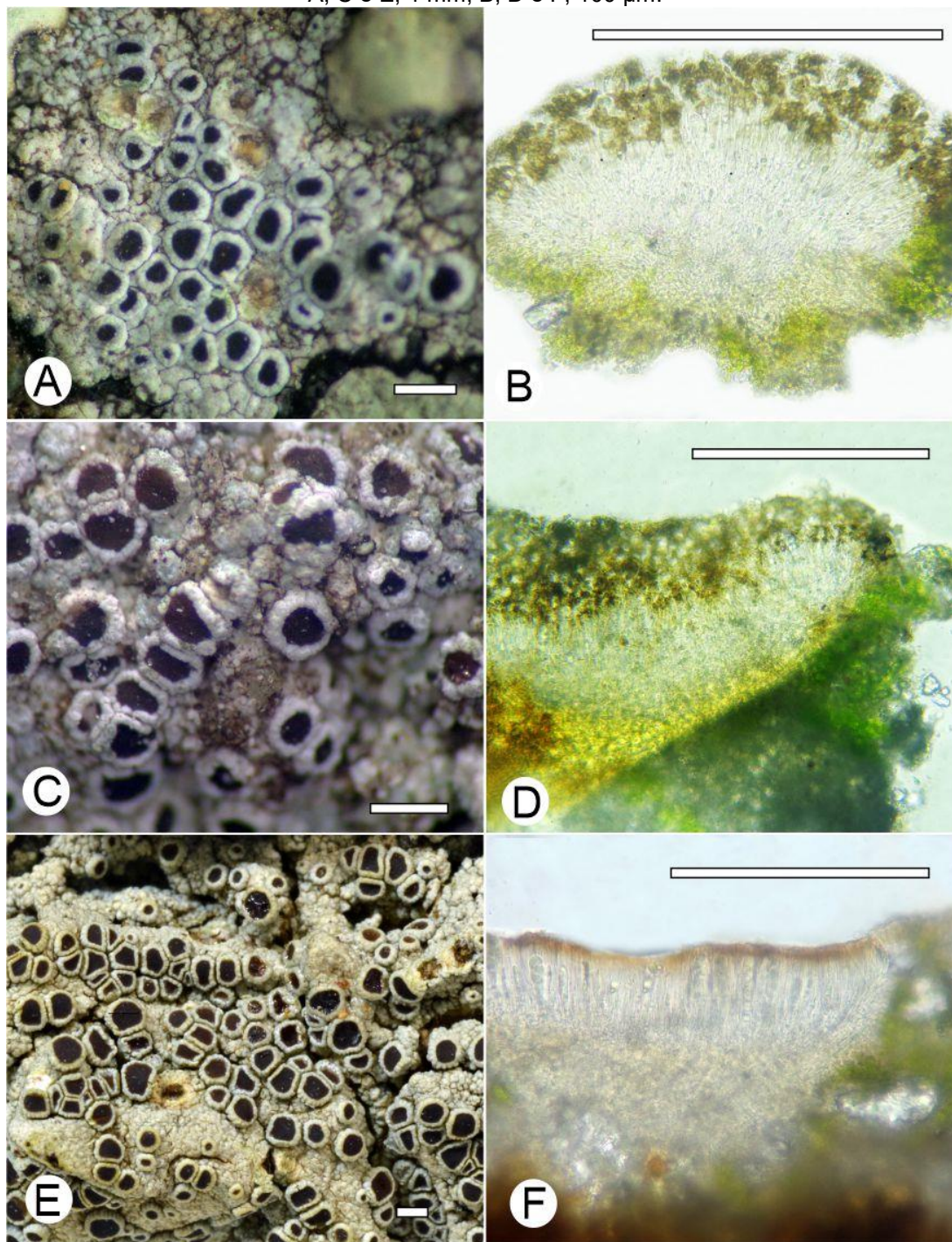
Este clado é formado por um espécime corticícola proveniente de Santos (2019), quatro novas sequências de espécimes saxícolas 55019 (Figura 6A e 6B), 52192 (Figura 6C e 6D), 81795 e 80742, provenientes da Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, respectivamente, geradas nesse trabalho e sequências do *Genbank* identificadas como *L. tropica* e *L. ecoronata* (Figura 2). Para *L. ecoronata*, aparentemente, Medeiros *et al.* (2021) aplicaram um conceito morfológico bastante amplo para definir a espécie, uma vez que, em seu trabalho, surgem em diferentes linhagens. Relacionado a essas sequências, está o espécime 40533b (Figura 6E e 6F), discutido em Santos (2019) e agora revisado. Esse espécime foi identificado como *L. tropica* s.lat. por Santos (2019). A autora relatou uma certa dificuldade em

delimitar os espécimes tropicais sequenciados em seu trabalho dentro das sequências de *L. tropica* disponíveis no *Genbank*.

Agora, durante a revisão, foi observado que hipotécio do espécime 40533b possui uma coloração marrom-amarelada. Filogeneticamente, o espécime tem uma relação bastante próxima de *L. ecoronata*. Medeiros *et al.* (2021) acreditam que o surgimento de linhagens diferentes para espécies morfológicamente idênticas, indica que pode haver espécies crípticas dentro da morfoespécie “*ecoronata*”.

Um outro problema surgiu com a adição das sequências dos espécimes 81795, 52192, 80742 (Figura 2). Essas possuem o hipotécio de cor amarelo-amarronzada (Figura 6D) que as torna similar a *L. coronulans*, porém os três espécimes crescem em rochas e apresentam ascósporos menores ($10\text{--}14 \times 5\text{--}7 \mu\text{m}$ vs. $9.5\text{--}14 \times 5\text{--}8 \mu\text{m}$), o que impede de delimitá-las no epíteto “*coronulans*”. Já a sequência do espécime 55019 (Figura 6A e 6B), também agrupada neste clado, tem uma morfologia que possibilita sua delimitação como *L. subimmergens* pelo tamanho dos ascósporos $10\text{--}14 \times 5\text{--}7 \mu\text{m}$ e hipotécio hialino (Figura 6A).

Figura 6 – A. *Lecanora subimergens*, talo com ascomas (ISE-55019); B. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração clara (ISE-55019); C. *Lecanora subimergens*, talo com ascomas (ISE-52192); D. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração amarelo-amarronzada (ISE-52192); E. *Lecanora* cf. *econorata*, talo com ascomas (ISE-40533b); F. Corte no apotécio preparado em água destilada, mostrando o hipotécio de coloração marrom-amarelada de *Lecanora* cf. *econorata* (ISE-40533b). Barra de escala: A, C e E, 1 mm; B, D e F, 100 μ m.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.5 Clado *caesiorubella*

Lecanora caesiorubella é caracterizada por apotécios relativamente grandes com disco fortemente pruinoso com margens espessas e flexuosas, e uma gama de metabólitos secundários: atranorina, ácido connorstíctico, ácido conprotocetrárico, ácido norstíctico, ácido protocetrárico, ácido salazínico, ácido estíctico, ácido virênsico, entre outros (NASH, 2008).

Foram amostrados 26 espécimes relacionados ao morfotipo de *L. caesiorubella* provenientes de Minas Gerais (10), Mato grosso (03), Mato Grosso do Sul (3) e Bahia (10). Adicionalmente, foram revisados 15 espécimes depositados no Herbário ISE. Desses materiais, foram geradas 17 sequências, cujas amostras apresentam duas subespécies que são elevadas ao nível de espécie, *L. neomerrillii* (Figura 7A) e *L. glaucomodes* (Figura 7B), uma nova espécie, *Lecanora flavocaesia* (Figura 7C); e duas espécies saxícolas já conhecidas, *L. farinacea* (Figura 7D) e *L. aff. subcarnea* (Figura 7E).

Na topologia obtida (Figura 2), as sequências se agrupam em um grande clado com baixo valor de suporte, com sequências do *Genbank* de espécies com e sem pruína. As quatro espécies surgem em três subclados distintos e não estão estreitamente relacionados uns com os outros e estão distantes das demais sequências do *Genbank* identificadas como *L. caesiorubella*. Zao *et al.* (2016) e Printzen *et al.* (2017) nomearam estas duas sequências como sendo espécies diferentes, *L. caesiorubella* subsp. *merrillii* (JN943727) e *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes* (JN943722). Em ambos os trabalhos não há informações sobre a química dos espécimes que deram origem às sequências, e estas não estão agrupadas com os espécimes brasileiros.

Santos (2019) já havia destacado a existência de três linhagens distintas entre o material brasileiro sequenciado e que acreditava que se tratava de três espécies novas. A revisão desses espécimes e adição de novas sequências possibilitaram uma melhor delimitação entre essas sequências. A primeira linhagem trata-se de uma espécie que possui uma química semelhante a *L. caesiorubella* subsp. *merrillii*, com a presença de ácido norstíctico e atranorina. As outras duas linhagens possuem entre si a mesma química: produzem atranorina e ácido protocetrárico, assim como visto em *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes*. Porém, *Lecanora flavocaesia* é

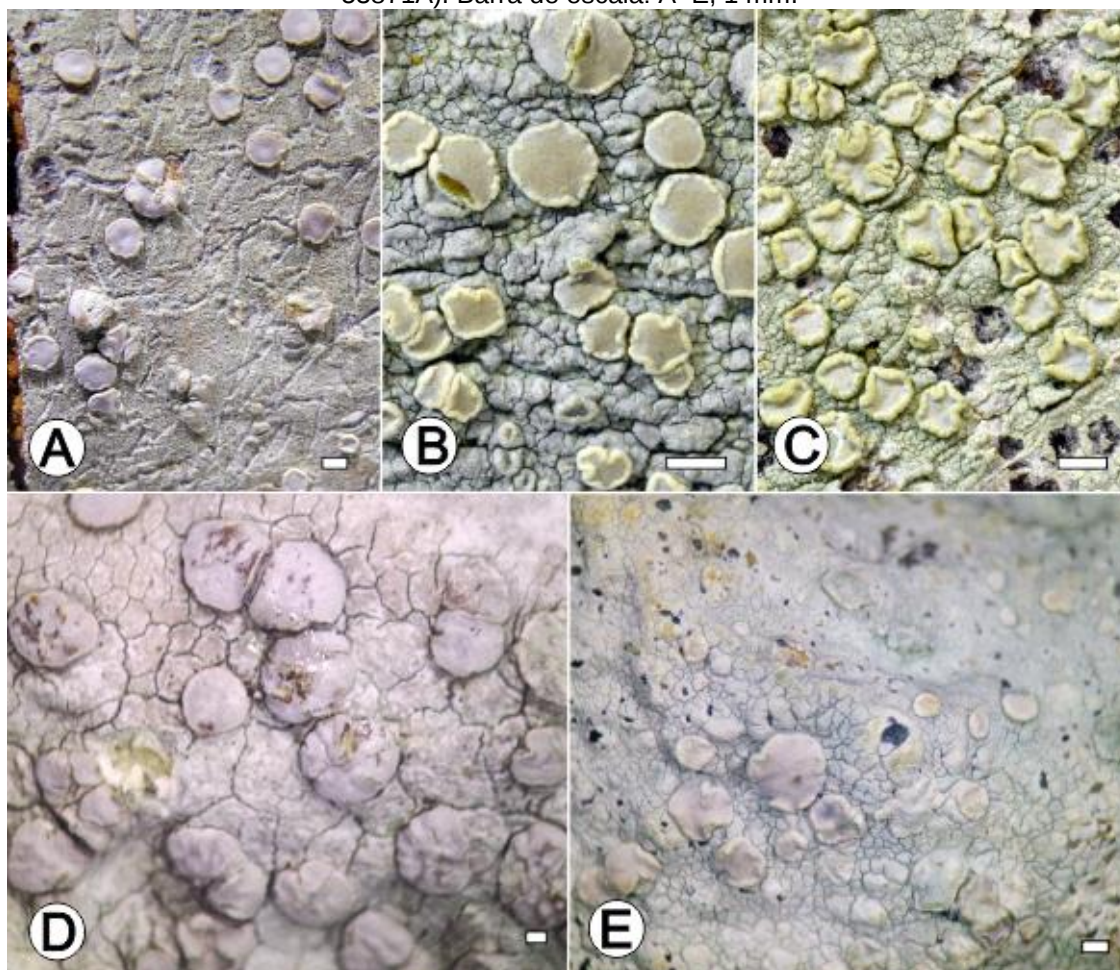
caracterizada pelas margens do apotécio nitidamente amareladas, muito irregulares e apotécios muito menores (Figura 7C), características morfológicas essas que a diferencia de *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes* e será descrita como uma nova espécie.

Em muitos grupos de espécies, diferentes metabólitos secundários são amplamente utilizados para definir novas espécies. Para *Lecanora caesiorubella*, é um critério difícil de aplicar, pois essa espécie possui uma alta variedade química (LUMBSCH 1997, 1998). Entretanto, os dados mostrados evidenciam que os diferentes metabólitos secundários encontrados nos espécimes brasileiros de *L. caesiorubella* indicam diferenças filogenéticas e morfológicas suficientes para elevar *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes* e *L. caesiorubella* subsp. *merrillii* ao nível de espécie, tratados até então como subespécies (BRODO *et al.* 2019, IMSHAUG e BRODO 1966). Para *L. caesiorubella* subsp. *merrillii*, Brodo *et al.* (2019) consideram que um novo nome teria que ser encontrado, uma vez que já existe uma espécie do gênero com o epíteto “*merrillii*” descrita da Filipinas. Logo, é proposto o nome *L. neomerrillii* para acomodar o material brasileiro.

Ainda, as duas espécies saxícolas, *L. farinacea* (Figura 7D) e *L. aff. subcarnea* (Figura 7E) surgem como novas linhagens dentro dos clados de *L. neomerrillii* e *L. glaucomodes*, respectivamente. Ambos possuem as características morfológicas e químicas que possibilitam a delimitação dentro dos epítetos *farinacea* e *subcarnea*, mas estão distantes das sequências do *Genbank* de mesmo nome taxonômico e, portanto, evidencia as relações filogenéticas contrastantes de ambas as espécies.

Em um trabalho recente com espécimes de *L. caesiorubella* provenientes da Bolívia, Medeiros *et al.* (2021) evidenciaram que “*caesiorubella*” no sentido amplo é polifilética. Os autores observaram que as sequências dos espécimes de *L. caesiorubella* geradas por eles também ficaram distribuídas em vários clados. Isto também foi observado por Papong *et al.* (2013)

Figura 7 — A. *Lecanora neomerrillii*, talo com ascomas (ISE- 52228); B. *Lecanora glaucomodes*, talo com ascomas (ISE- 46522); C. *Lecanora flavocaesia*, talo com ascomas (ISE- 46521a); D. *Lecanora* aff. *farinacea*, talo com ascomas (ISE-52068); E. *Lecanora* aff. *glaucomodes*, talo com ascomas (ISE- 53871A). Barra de escala: A–E, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.6 Clado *helva*

Foram geradas 39 sequências, representando filogeneticamente 10 espécies (Figura 2), sendo três espécies novas: *Lecanora neohelva* (Figura 8A), *L. saepiphila* (Figura 8B) e *L. parahelva* (Figura 8C).

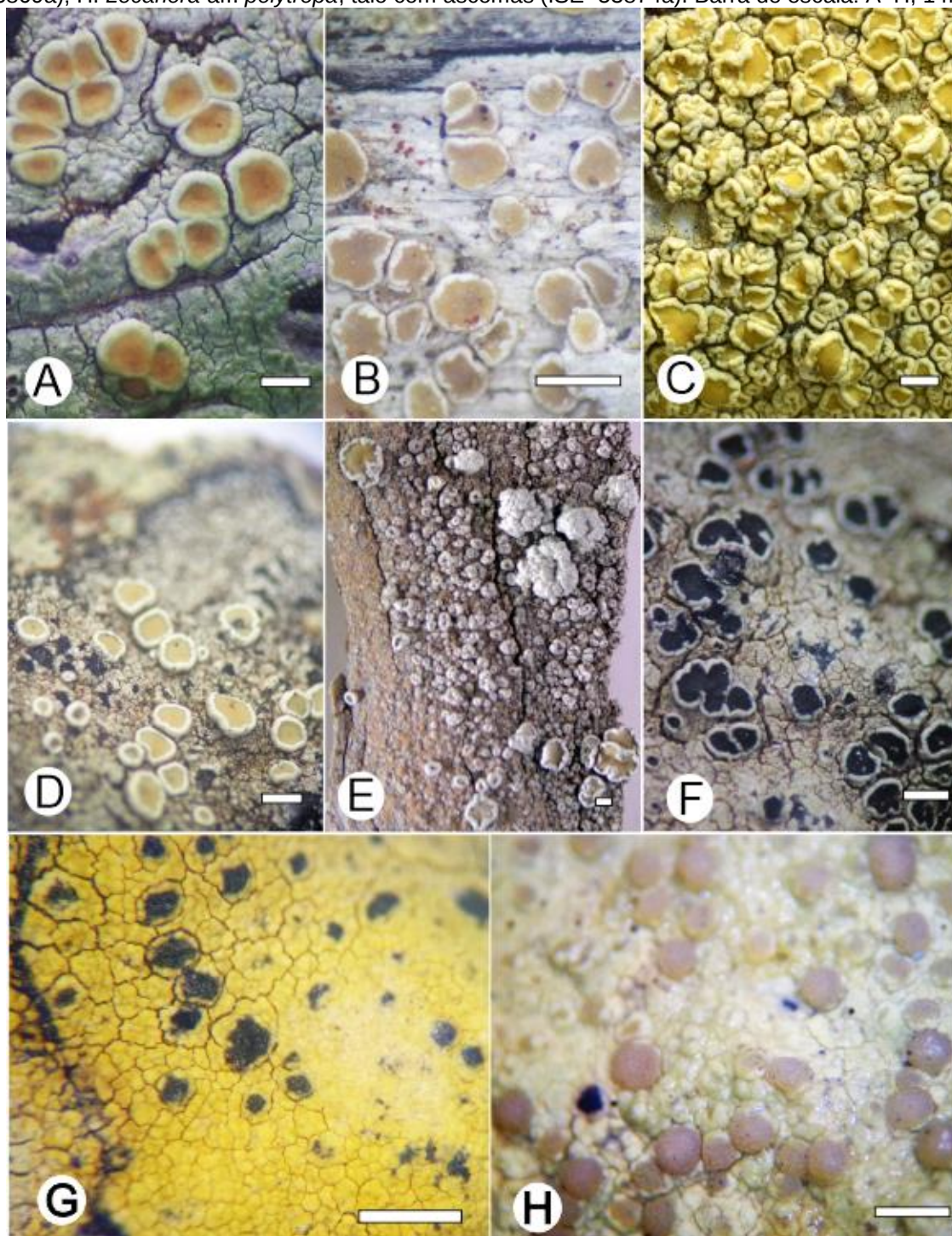
Lecanora neohelva é reconhecida pelos discos apoteciais laranja-claro, epimênio do tipo *clarotera* e talo verde. *Lecanora helva* é morfologicamente semelhante, mas pode ser distinguida pelos apotécios menores (0,4–1,0 mm de diâmetro vs. 0,5–1,5 mm de diâmetro) e ascósporos menores ($10\text{--}13,5 \times 5\text{--}7 \mu\text{m}$ vs. $12\text{--}15 \times 5\text{--}7 \mu\text{m}$). Em campo, uma outra espécie que poderia ser confundida é *L. stramineoalbida*, que difere por ter um hipotécio marrom avermelhado. Filogeneticamente, as sequências de *L. neohelva* formaram um clado com duas

espécies já descritas: *Lecanora plumosa* (Figura 8D), encontrada em rochas; e *L. rabdotoides* (Figura 8E), que tem como característica apotécios grandes com margens bastante flexuosas.

Lecanora saepiphila apresenta um talo branco acinzentado e discos apoteciais de coloração laranja-amarelada, o que a torna similar a *L. achroa*, mas difere nos metabólitos encontrados: *L. saepiphila* produz atranorina e ácido '2-O-metilperlatólico, *L. achroa* adicionalmente produz ácido úsnico. Além das diferenças no metabolismo secundário, *L. saepiphila* está posicionada em um subclado bem suportado (Figura 2) distante de *L. achroa* e mais relacionado com *L. brasiliiana* (Figura 8F) e outras três sequências relacionadas aos morfogrupos de *Lecanora* aff. *sulphurea* (Figura 8G) e *Lecanora* aff. *polytropia* (Figura 8H), ambos saxícolas.

Os espécimes de *L. parahelva* foram inicialmente coletados em 2016, em Sergipe. Estes espécimes foram analisados e tratados como uma espécie nova, relacionada morfologicamente, mas distante filogeneticamente de *L. helva* em Santos (2019). No presente trabalho, foram realizadas novas análises morfológicas e químicas de todo o material e obtidas sequências adicionais de oito espécimes, seis provenientes das coletas de Santos (2019) e duas de espécimes recém coletados na Bahia. Na topologia obtida, *L. parahelva* (Figura 2) está posicionada em um longo ramo, bem suportado, e apresenta características morfológicas e químicas que a separa, não só de *L. helva*, mas de todas as espécies conhecidas. A espécie é caracterizada por um talo amarelo alaranjado, apotécios regulares quando jovens e que se tornam bastante flexuosos e irregulares na maturidade; o talo tem uma reação de cor laranja quando colocado sob a luz UV e a medula reage com uma cor azul-esbranquiçada. Os metabólitos encontrados foram atranorina, 2-cloro-6-O-metilnorliquexantona, 4,5-dicloronorliquexantona e ácido alectorônico nos espécimes 54323, 46523, 38124, 57414; e atranorina, '2-O-metilperlatólico e '2-O-metilestenosporico em 46532, 46531, 54325, 46530, 54326, 54324.

Figura 8 – A. *Lecanora neohelva*, talo com ascomas (ISE-52303); B. *Lecanora saepiphila*, talo com ascomas (ISE-42602b); C. *Lecanora parahelva*, talo com ascomas (ISE-); D. *Lecanora plumosa*, talo com ascomas (ISE-52058b); E. *Lecanora rabidotoides*, talo com ascomas (ISE-52278); F. *Lecanora brasiliiana*, talo com ascomas (ISE-52294); G. *Lecanora* aff. *sulphurea*, talo com ascomas (ISE-53869a); H. *Lecanora* aff. *polytropia*, talo com ascomas (ISE- 53874a). Barra de escala: A–H, 1 mm.

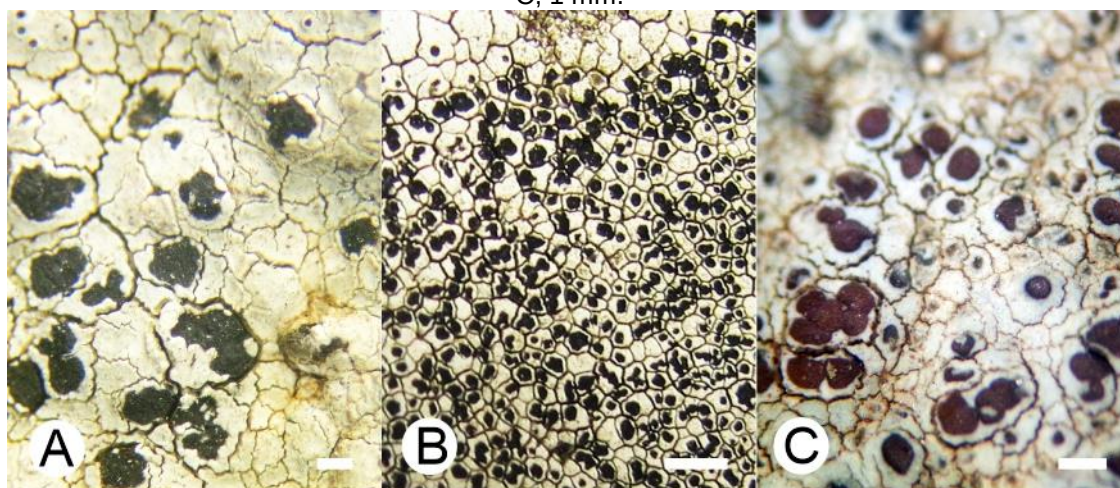


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.7 *Lecanora nigrilobulata*

Em uma coleta realizada em 2021 em Minas Gerais, foram encontradas cinco amostras de *Lecanora nigrilobulata* (Figura 9A), sendo obtidas três sequências. A nova espécie é caracterizada por apotécios de discos pretos, aréolas no talo em forma de quebra-cabeça e hipotécio marrom escuro. Em campo, *L. nigrilobulata* pode ser confundida com *L. oreinoides* (Figura 9B), mas esta difere pelo formato das aréolas, que são geralmente contíguas, tornando-se quase arredondadas, e apresenta um hipotécio hialino. *Lecanora nigrilobulata* também é semelhante a *L. subimmersa* (Figura 9C), mas esta última tem a superfície do talo mais plana, disco marrom e hipotécio hialino. Além disso, no filograma (Figura 2) as duas sequências geradas de *L. subimmersa* (Alagoas e Minas Gerais), surgem em um clado separado e distante de *L. nigrilobulata*. Em relação a *L. oreinoides*, não foram obtidas sequências de qualidade dos espécimes coletados. A única sequência obtida, ao realizar o *Blastn*, resultou em um fungo endolítico da classe Lecanoromycetes que tinha como substrato *L. oreinoides* (U'REN *et al.*, 2012)

Figura 9—A. *Lecanora nigrilobulata*, talo com ascomas (ISE-52239); B. *Lecanora oreinoides*, talo com ascomas (ISE-55030); C. *Lecanora subimmersa*, talo com ascomas (ISE-51947). Barra de escala: A–C, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2.1.8 Clado *concilianda*

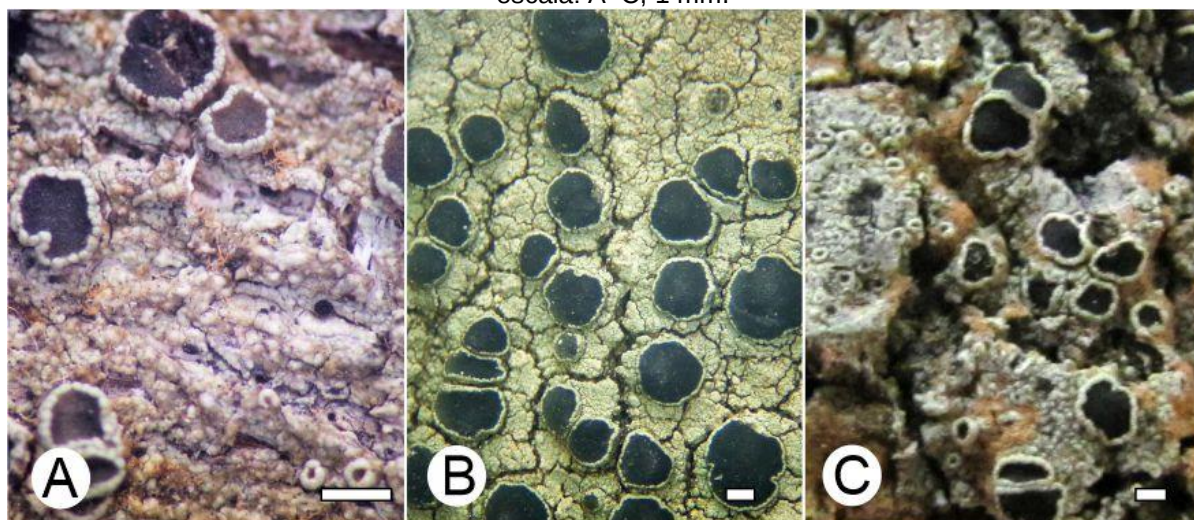
Em uma coleta realizada em 2021 em Minas Gerais, na região de Catas Altas, foram coletados oito espécimes com apotécios de discos pretos. Em campo, macroscopicamente os espécimes pareciam pertencer a *Tephromela* (grandes apotécios de discos pretos e ausência de reação UV+ laranja) ou *Vainionora* (grandes

apotécios e reação UV+ laranja). Porém, ao serem analisados também microscopicamente, foi observado que se tratava de três espécies já descritas, *Lecanora concilianda* (Figura 10A), *L. concilians* (Figura 10B) e os espécimes 52194 e 52169, compatíveis com *Vainionora flavovirens* (Figura 10C).

Dos espécimes coletados, foram obtidas cinco sequências. Filogeneticamente, *L. concilianda* e *L. concilians* ficam em dois ramos distintos e formam um clado com *L. hypofusca* (Figura 2), representada por duas sequências provenientes de amostras saxícolas coletadas em 2020 no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. *Lecanora hypofusca* foi descrita com base em um espécime coletado na Bahia (APTROOT e CÁCERES 2018), compartilha o hipotécio de coloração escura com os demais espécimes desse grupo, mas difere desse grupo por possuir o disco de cor marrom pálida.

Em uma das topologias obtidas (Figura 2), *L. concilianda*, *L. concilians* e *L. hypofusca* aparecem como um clado irmão do grande clado formado por espécies de *Vainionora*, isso confirma a noção inicial de que as amostras coletadas tinham uma relação próxima de *Vainionora*. Já as sequências 52169 e 52194 ficaram agrupadas dentro do clado com as demais sequências de *Vainionora* e serão discutidas mais adiante.

Figura 10— A. *Lecanora concilianda*, talo com ascomas (ISE-52078); B. *Lecanora concilians*, talo com ascomas (ISE-52308); C. *Vainionora flavovirens*, talo com ascomas (ISE-52169). Barra de escala: A–C, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

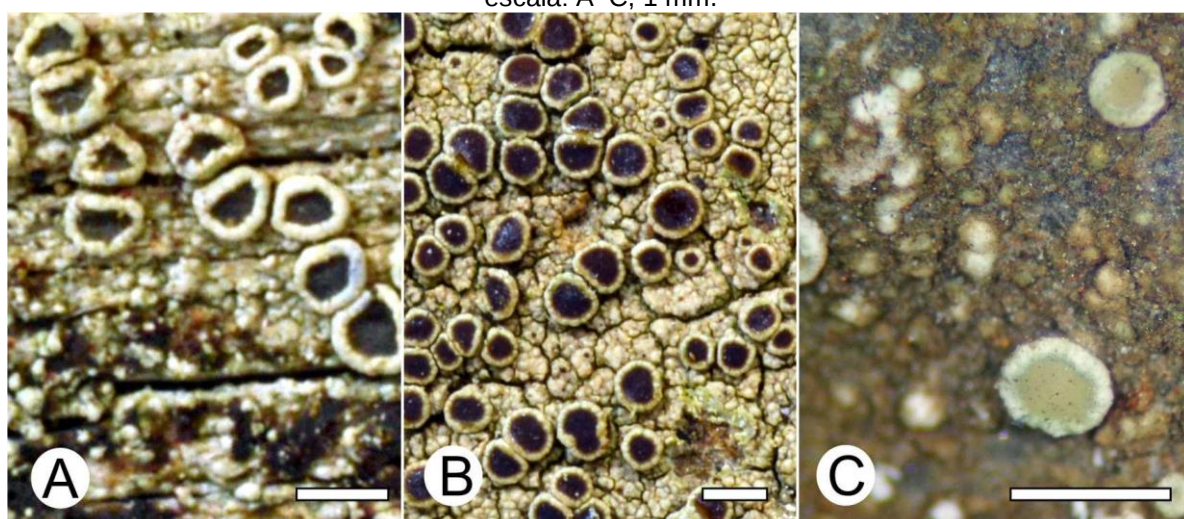
4.2.1.9 Possíveis novas espécies ainda com relações não resolvidas

Em todas as topologias testadas, conforme eram sendo adicionadas outras sequências de *Lecanora*, a posição filogenética de *Lecanora* sp. 277 (ISE-42602e)

(Figura 11A) mudava. Sua relação incerta pode ser ocasionada pelas suas características morfoquímicas que a diferencia de todas as espécies já descritas no gênero. *Lecanora* sp. 277 é caracterizada por uma margem do apotécio extremamente regular, um disco apotecial preto e puinoso; apresenta um hipotécio escuro e produz atranorina e ácido 2'-O-metilperlatólico. Somado a isto, os testes com luz UV revelaram uma medula UV+ verde brilhante e uma margem apotecial UV+ laranja.

Lecanora sp. 226 (ISE-57415) (Figura 11B) apresenta pequenos apotécios (0,3–0,6 mm) bastante regulares e com discos marrom-avermelhados, produz atranorina e outros três terpenoides. Apesar de terem sido feitas várias tentativas para gerar sequências adicionais, não foi encontrado nenhum espécime nas áreas visitadas que tivessem uma morfologia similar a *Lecanora* sp. nov. 226 (ISE-57415). Uma tentativa foi feita com um espécime coletado na mesma localidade, ainda sem número de tombamento (*Lecanora* sp. 528), porém o espécime não foi mantido no freezer e a sequência gerada apresentou contaminação. Logo, essa espécie permanece representada por apenas uma sequência e conhecida apenas para a localidade tipo. A posição filogenética de *Lecanora* sp. nov. 226 continua incerta; Santos (2019) havia relatado que a espécie formava um grupo irmão com sequências de *L. kalbiana*, *L. vainioi* e *L. subimmersa*. *Lecanora* sp. nov. 55269 (Figura 11C) é outro espécime que terá que ser encontrado material adicional para melhor delimitá-lo.

Figura 11 A. *Lecanora* sp. nov. 277, talo com ascomas (ISE-42602e); B. *Lecanora* sp. nov. 226, talo com ascomas (ISE-57415); C. *Lecanora* sp. nov. 55269, talo com ascomas (ISE-55269). Barra de escala: A–C, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

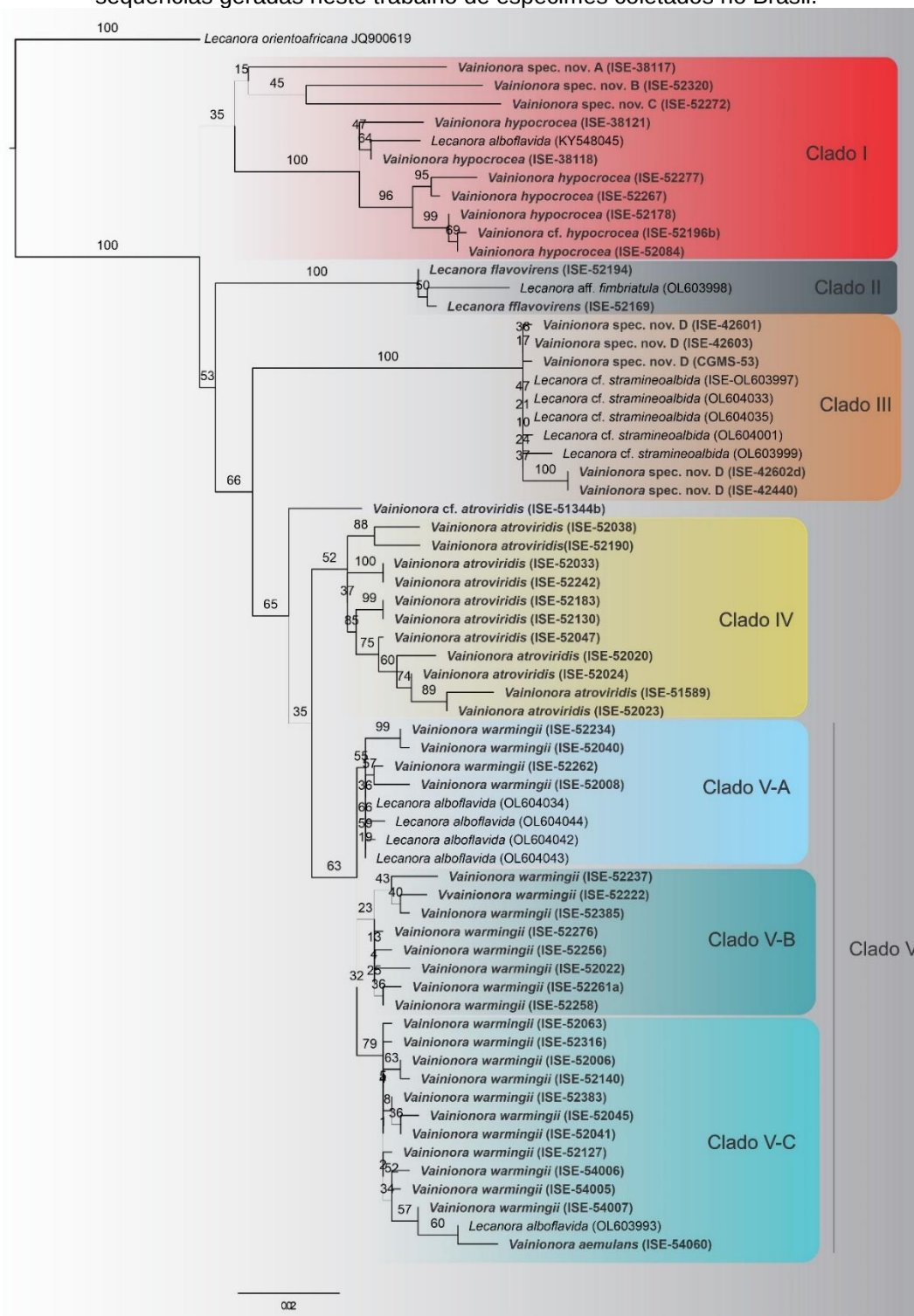
4.2.2 *Vainionora kalb*

Foram coletadas 127 amostras (Apêndice B). Destas, foram geradas 49 sequências da região ITS e 25 sequências da região mitocondrial SSU (Apêndice D). Devido ao menor número de sequências do marcador mtSSU, as árvores filogenéticas são apresentadas separadamente. A região ITS apresentou uma maior variabilidade que a mtSSU.

Com o marcador ITS, foram testadas duas topologias, na primeira foram mantidas todas as sequências de *Lecanora* geradas. Nesta, os espécimes de *Vainionora* ficaram posicionados em um único e grande clado com *L. concilians*, *L. concilianda* e *L. hypofusca* como espécies irmãs (Figura 2).

Em seguida, mantendo apenas sequências identificadas como *Vainionora* e algumas sequências de *Lecanora* que na topologia anterior haviam se posicionado mais próximas, as sequências obtidas formam cinco clados (I, II, III, IV, V), sendo o último, subdividido em três subclados (V-A, V-B, V-C) (Figura 12). Grande parte desses clados apresentam um alto valor de suporte, porém dentro dos clados as sequências emergem em ramos individuais. Filogeneticamente, isto indicaria que se trata de diferentes espécies. Porém, ao comparar a morfologia e metabólitos secundários de cada um desses espécimes, observa-se que os caracteres são bastante uniformes. Foram então investigadas as descrições originais de espécies de *Lecanora* que já haviam sido relatadas como sendo pertencentes ao gênero *Vainionora*, por apresentarem um hipotécio pigmentado e a presença de xantonas (LUMBSH *et al.*, 1996). Estas xantonas, geralmente, quando submetidas a luz ultravioleta apresentam uma coloração amarelo-alaranjada ou rosa claro (KALB; ELIX, 2004).

Figura 12 — Relações filogenéticas de *Vainionora* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências ITS rDNA. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. Em negrito, estão as sequências geradas neste trabalho de espécimes coletados no Brasil.

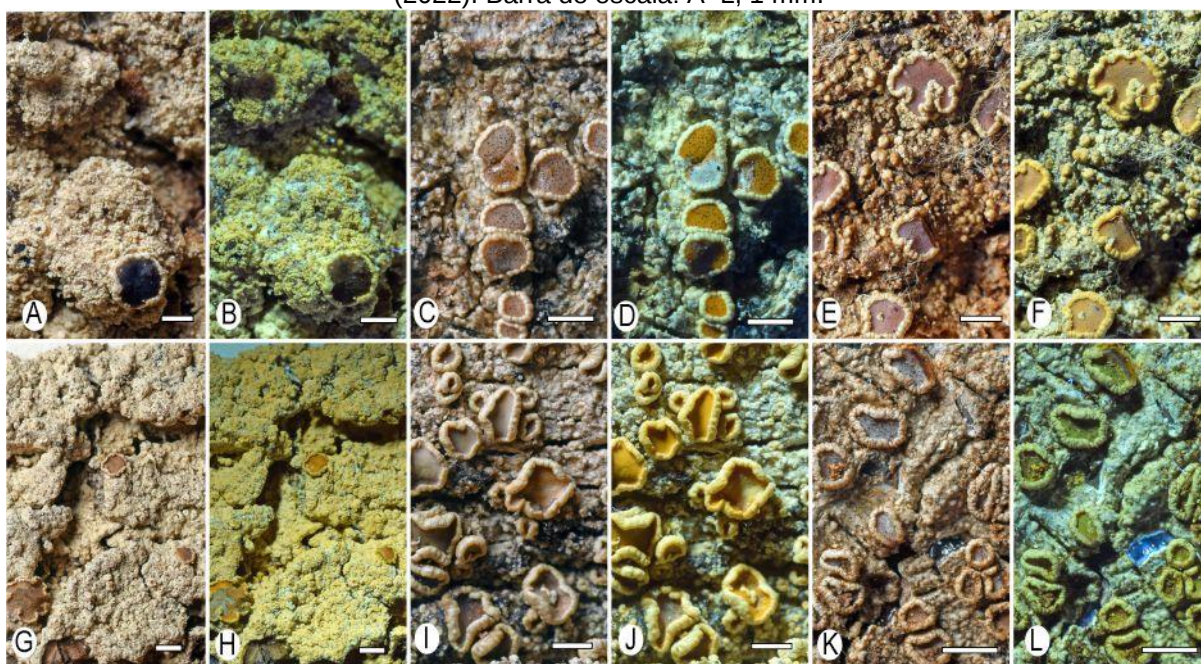


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Quando comparada as reações de luz UV das espécies-tipo de *Vainionora stramineopallens* (TUR-V-5610), *Vainionora pallidostraminea* (TUR-V-5615), *Lecanora aemulans* (TUR-V-5612), *Lecanora mesoxanthoides* (TUR-V-5606) e

Lecanora stramineoalbida (TUR-V-5583) (Figura 13A–J), com os espécimes brasileiros (Figura 14–Figura 16), é possível verificar que todos apresentaram uma coloração relativamente uniforme. As principais diferenças encontradas estão relacionadas ao local de ocorrência no talo; por exemplo, em *L. mesoxanthoides* a reação ocorre apenas nas verrugas do talo (Figura 13E–F), já em *V. pallidostraminea*, reage completamente (Figura 13G–H).

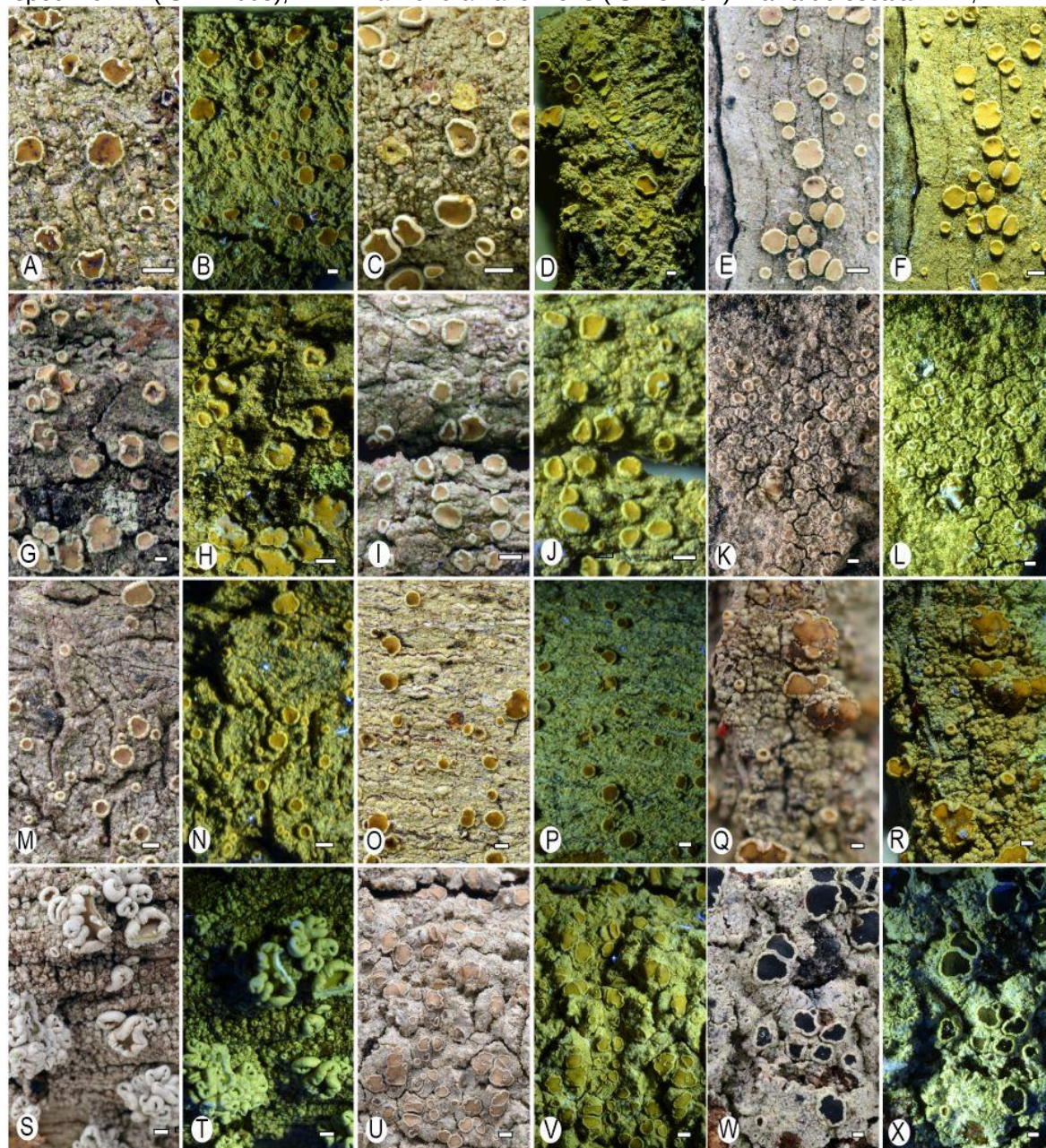
Figura 13 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Lecanora aemulans* (lectotipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); C–D. *Lecanora hypocrocea* (material tipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); E–F. *Lecanora mesoxanthoides* (material tipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); G–H. *Vainionora pallidostraminea* (material tipo, Vainio 1885); I–J. *Vainionora stramineopallens* (material tipo, Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022); K–L. *Lecanora stramineoalbida* (Vainio 1885) Fonte: Lücking (2022). Barra de escala: A–L, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

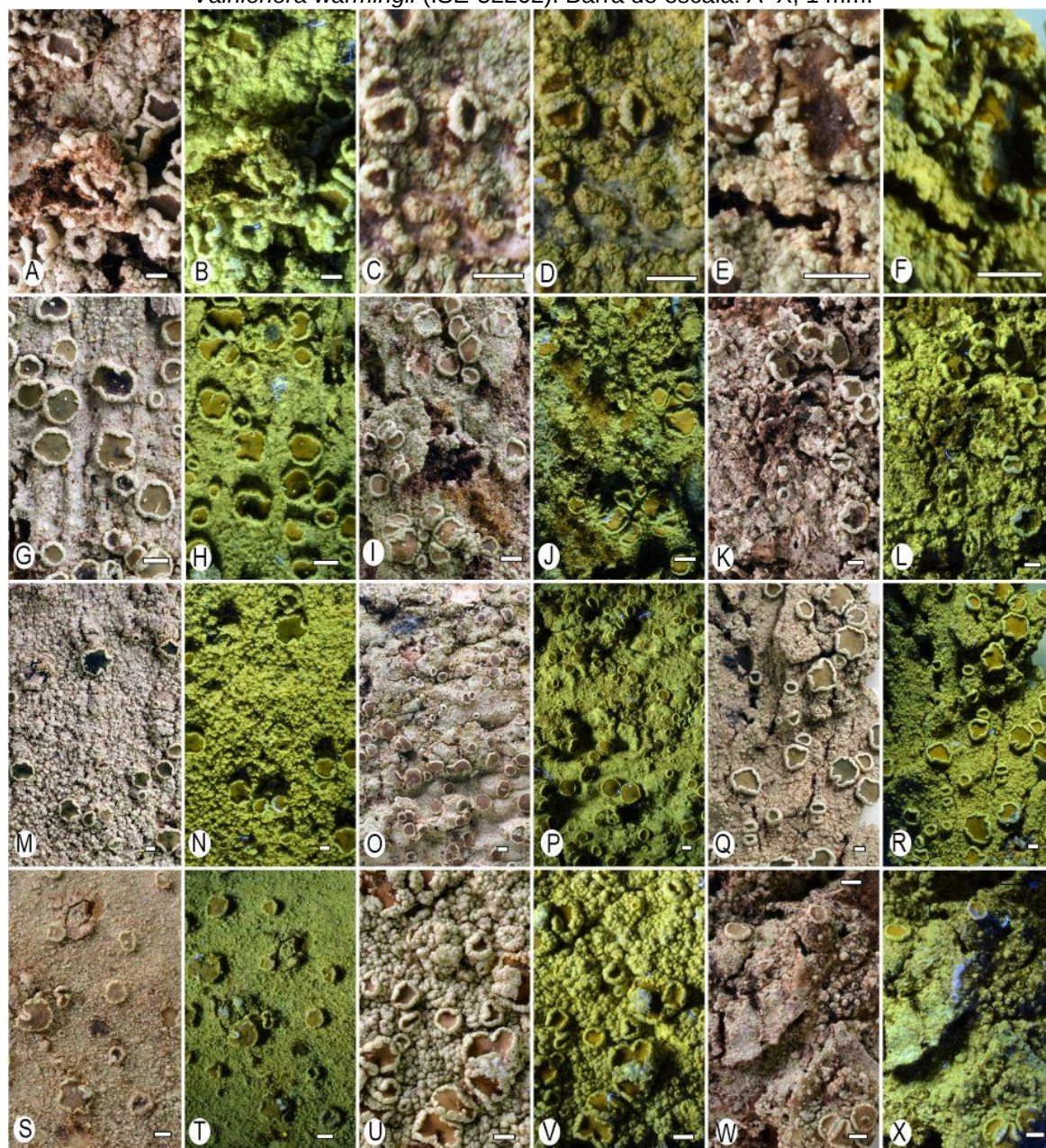
A superfície do talo, a cor do disco e margem do apotécio foram outros dos caracteres avaliados. E a partir disso, foi observado que nos espécimes corticícolos o talo é verrucoso a finamente verrucoso (Figura 14–Figura 16). Já os espécimes saxícolas têm a superfície do talo areolada a areolada-granulosa (Figura 17).

Figura 14 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora hypocrocea* (ISE-38121); C–D. *Vainionora hypocrocea* (ISE-38118); E–F. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52277); G–H. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52267); I–J. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52178); K–L. *Vainionora* cf. *hypocrocea* (ISE-52196b); M–N. *Vainionora hypocrocea* (ISE-52084); O–P. *Vainionora* sp. nov. A (ISE-38117); Q–R. *Vainionora* sp. nov. B (ISE-52320); S–T. *Vainionora* spec. nov. C (ISE-52272); U–V. *Vainionora* spec. nov. D (ISE-42603); W–X. *Vainionora flavovirens* (ISE-52194). Barra de escala: A–X, 1 mm.



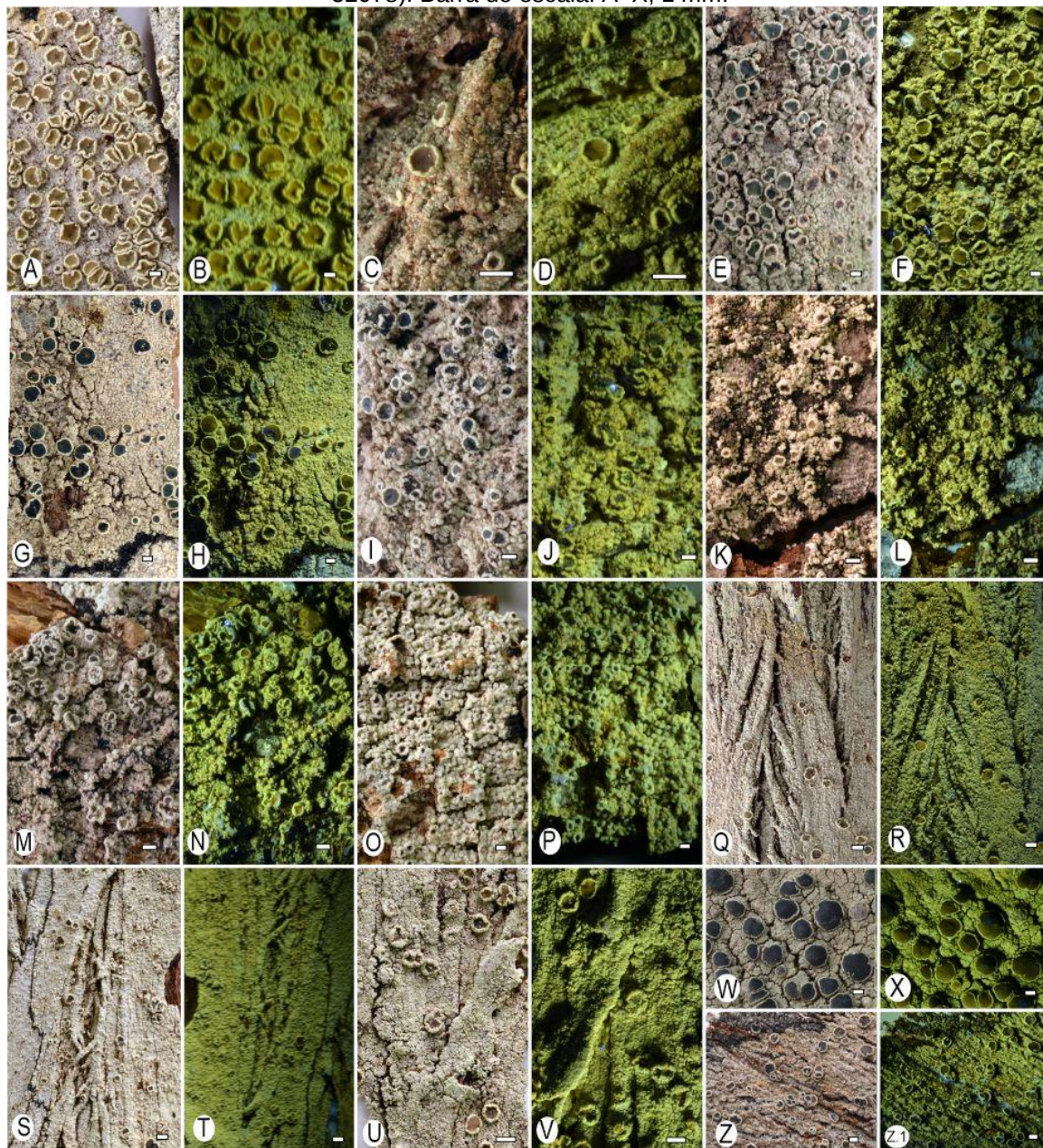
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 15 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora warmingii* (ISE-52383); C–D. *Vainionora warmingii* (ISE-52045); E–F. *Vainionora warmingii* (ISE-52041); G–H. *Vainionora warmingii* (ISE- 52127); I–J. *Vainionora warmingii* (ISE- 52063); K–L. *Vainionora warmingii* (ISE-5 52316); M–N. *warmingii* (ISE-52006); O–P. *Vainionora warmingii* (ISE-52140); Q–R. *Vainionora warmingii* (ISE-52234); S–T. *Vainionora warmingii* (ISE-52040); U–V. *Vainionora warmingii* (ISE-52008); W–X. *Vainionora warmingii* (ISE-52262). Barra de escala: A–X, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 16 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora warmingii* (ISE-52256); C–D. *Vainionora warmingii* (ISE-52022); E–F. *Vainionora warmingii* (ISE-52261a); G–H. *Vainionora warmingii* (ISE- 52258); I–J. *Vainionora warmingii* (ISE- 52276); K–L. *Vainionora warmingii* (ISE- 52237); M–N. *Vainionora warmingii* (ISE-52222); O–P. *Vainionora warmingii* (ISE-52385); Q–R. *Vainionora warmingii* (ISE-54006); S–T. *Vainionora warmingii* (ISE-54005); U–V. *Vainionora* cf. *aemulans* (ISE-54060); W–X. *Lecanora concilians* (ISE-52308); Z–Z1. *Lecanora concilianda* (ISE-52078). Barra de escala: A–X, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

De modo geral, ambos marcadores (ITS e mtSSU) evidenciaram que algumas sequências de espécimes do *Genbank* pertencentes a *Lecanora* se posicionam dentro de *Vainionora*, como, por exemplo, as sequências identificadas como *Lecanora alboflavida* (Figura 12). Para esta, parece haver um complexo de espécies, pois surge

nos clados I e V (Figura 12), ou ainda, um erro na definição da espécie, uma vez que *L. alboflavida* trata-se de uma espécie sorediada. Apesar de haver um problema na delimitação da espécie, é bastante relevante os dados encontrados, pois evidenciam que a presença de xantonas relatados na espécie (MALÍČEK *et al.*, 2017), é de fato um critério importante para delimitar espécies entre os gêneros.

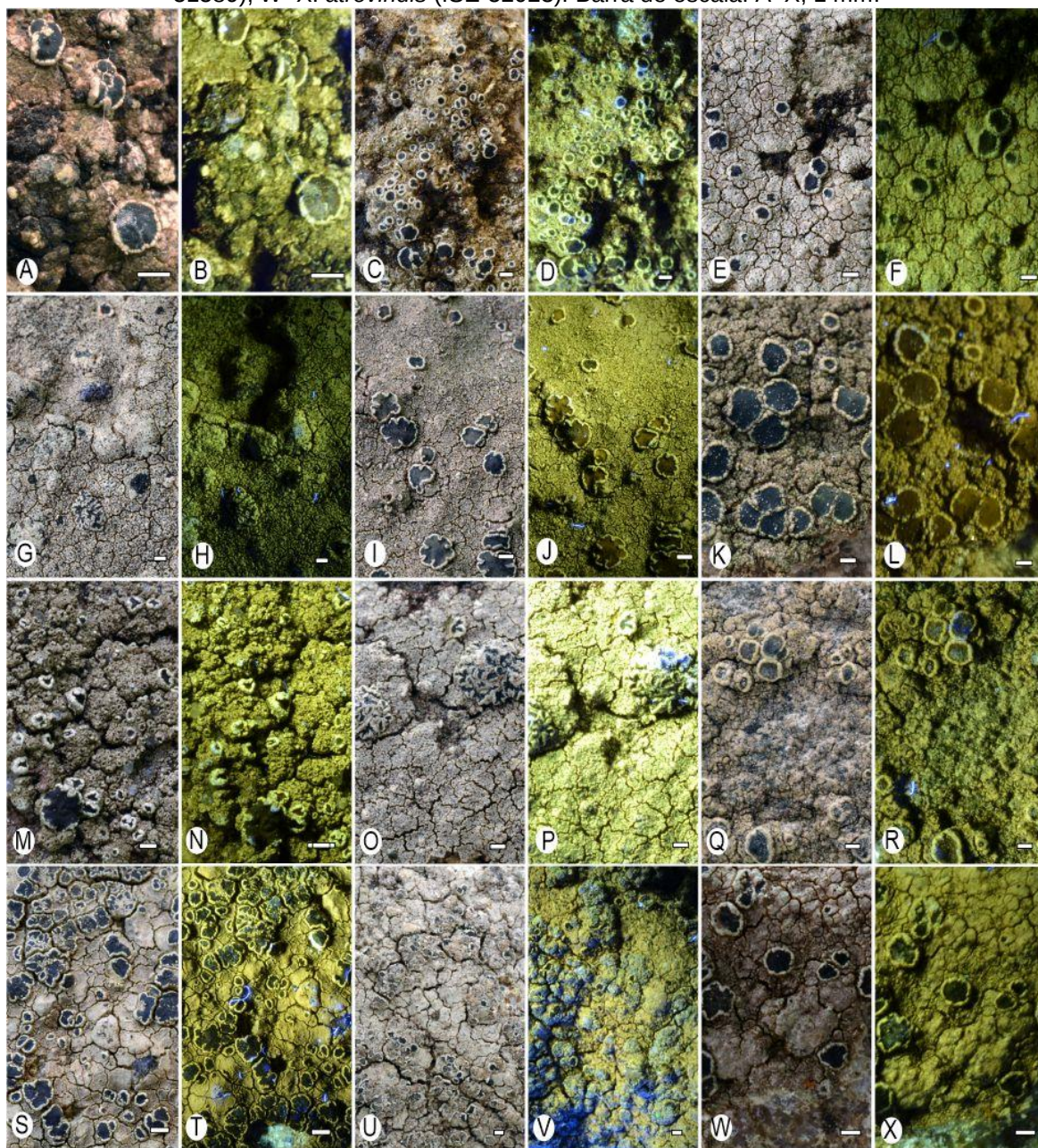
Os dados filogenéticos em combinação com as investigações dos padrões de reação de luz UV dos espécimes do Herbário TUR também possibilitaram uma melhor classificação de *Lecanora hypocrocea* (Figura 13C–D, TUR-V-5613a), esta que pela morfologia e metabólitos secundários já era considerada como melhor delimitada em *Vainionora* (LUMBSH *et al.*, 1996). No presente trabalho, foram sequenciados cinco espécimes (ISE-38118, ISE-38121, ISE-52084, ISE-52178, ISE-52196b, ISE-52267, ISE-52277) coletados em Minas Gerais e revisados dois provenientes do Rio de Janeiro. Esses espécimes ficaram agrupados no clado I, apresentam morfologia e padrão de reação de luz UV (Figura 14A–M) similar ao encontrado na espécie-tipo de *Lecanora hypocrocea* (TUR-V-5613a) (Figura 13C–D). Logo, de fato *L. hypocrocea* é melhor delimitada em *Vainionora*.

Ainda, de acordo com os dados, as sequências de *Lecanora* cf. *stramineoalbida* (MEDEIROS *et al.*, 2021) ficaram agrupadas com sequências de espécimes brasileiros (Figura 12, clado III). Essas que não se encaixam morfologicamente em *Lecanora stramineoalbida* (margem do apotécio espessa e finamente crenada, discos de coloração marrom médio com pruína cinza, Figura 13K–L) versus *Vainionora* sp. nov. D (margem do apotécio fina e ondulada, discos de coloração laranja pálido sem pruína, Figura 14U–V) esta que apresenta uma morfologia mais próxima de *Lecanora helva*. Outra sequência disponibilizada por Medeiros *et al.* (2021), identificada como *L. aff. fimbriatula* (OL603998), emerge no clado II com as sequências 52194 (, Figura 14W–X) e 52169. Há uma certa dificuldade na delimitação de *L. fimbriatula* (Índia) dentro do gênero *Vainionora*, tanto pela morfologia quanto o local de origem da espécie-tipo. Com isso, as sequências 52194 e 52169 são melhor definidas como *Vainionora flavovirens* (América do Sul).

O clado IV é formado por nove linhagens de espécies de hábito saxícola (Figura 12) que possuem uma morfologia e padrão de reações ultravioleta similares (Figura 17). De acordo com as observações feitas em imagens do material tipo disponíveis (<https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.tur-v5629>) e descrição original

da espécie (VAINIO, 1885), estas linhagens são melhor definidas como *Vainionora atroviridis* (= *Lecanora atroviridis* f. *smaragdula*, TUR-V5629).

Figura 17 – Hábito e padrões de reações ultravioleta. A–B. *Vainionora* cf. *atroviridis* (ISE-51344b); C–D. *Vainionora atroviridis* (ISE-52038); E–F. *Vainionora atroviridis* (ISE-52190); G–H. *Vainionora atroviridis* (ISE-52242); I–J. *atroviridis* (ISE-52033); K–L. *Vainionora* cf. *atroviridis* (ISE-52130); M–N. *Vainionora atroviridis* (ISE-52183); O–P. *Vainionora atroviridis* (ISE-52047); Q–R. *Vainionora atroviridis* (ISE-52020); S–T. *Vainionora atroviridis* (ISE-52024); U–V. *Vainionora atroviridis* (ISE-51589); W–X. *atroviridis* (ISE-52023). Barra de escala: A–X, 1 mm.

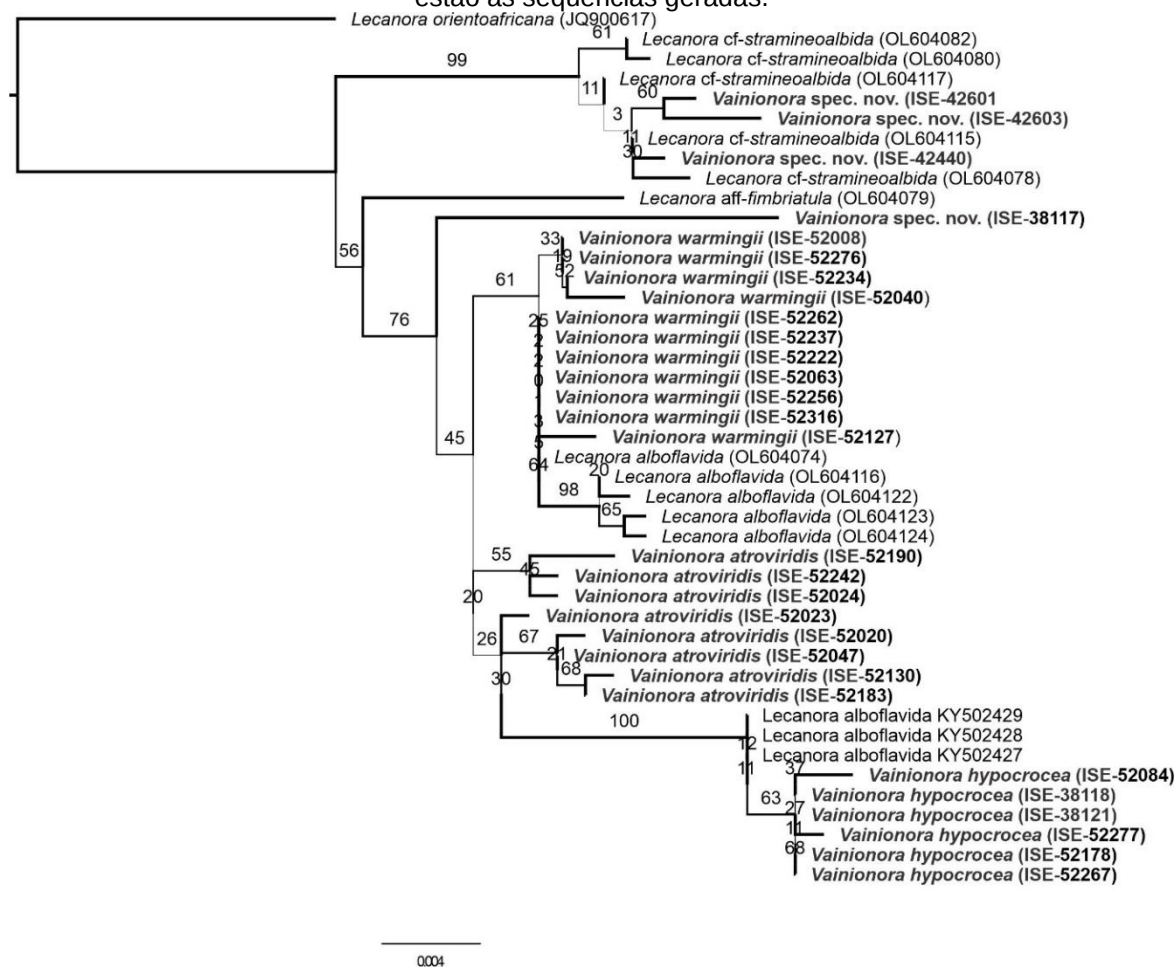


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O clado V é formado por espécimes corticícolas, exceto o espécime 52041. Assim como nos demais clados, grande parte das sequências surgem em ramos distintos e apresentam padrões de reações de ultravioleta se mostraram bastante uniformes (Figura 15–Figura 16). Inicialmente, dada a variação na coloração e nas

margens dos discos do apotécio, pareciam estar delimitadas quatro diferentes espécies (*Vainionora warmingii*, *V. stramineopallens*, *Lecanora mesoxanthoides* e *V. pallidostraminea*) nesse clado. Após todos os dados obtidos relacionados a morfologia e metabólitos secundários, este clado é melhor delimitado dentro de uma só espécie, o nome mais antigo disponível é *Vainionora warmingii* (Müll. Arg.) Kalb. A foto da espécie  tipo  disponível (<https://plants.istor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.q00047542>), indica que se trata de uma espécie com a margem do apotécio espessa, lisa e uniforme, e disco escuro. Já na descrição original, consta que os discos do apotécio são castanho-claro a enegrecidos com margens rugosas e grossas, finamente ondulada. Logo, os subclados que podem ser distinguidos na topologia obtida com ITS não são apoiados por diferenças morfológicas. Somado a isso, a topologia obtida com o marcador mtSSU indica que as sequências são mais estreitamente relacionadas (Figura 18). Diante disso, as espécies morfológicamente próximas *V. stramineopallens*, *L. mesoxanthoides* e *V. pallidostraminea* são melhores definidas como sinônimos de *V. warmingii*.

Figura 18 – Relações Filogenéticas de *Vainionora* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências mitocondrial ssu. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. Em negrito estão as sequências geradas.



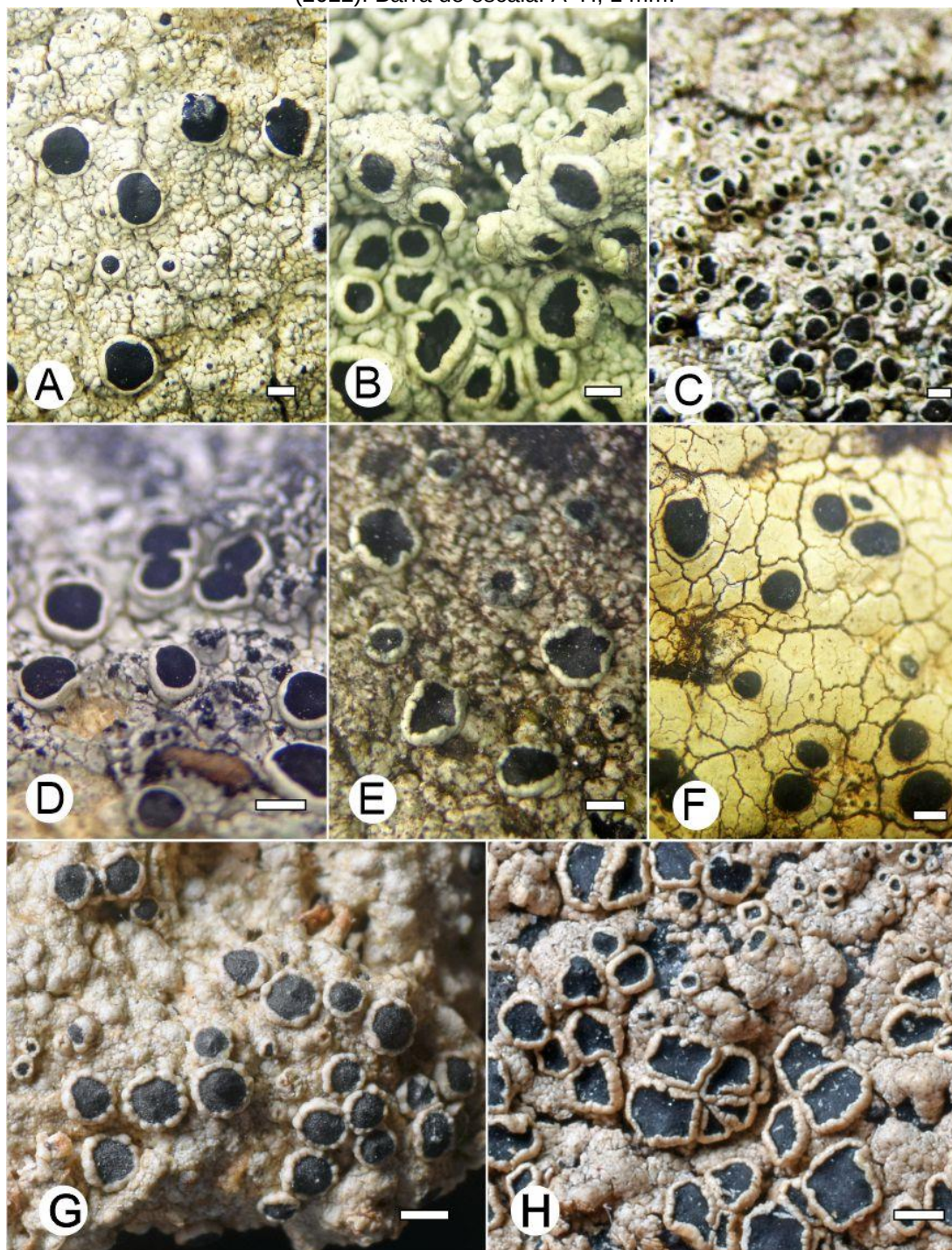
FONTE: Elaborado pelo autor (2023).

4.2.3 *Tephromela* Choisy

Foram obtidas 20 amostras provenientes de materiais coletados em quatro estados (Mato Grosso do Sul, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais) (Apêndice B). Deste material foram descritas três espécies novas: *Tephromela vinacea* L.A. Santos *et al.* (Figura 19A), *T. obesimarginata* L.A. Santos *et al.* (Figura 19B); e *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo (Figura 19C), esta última descrita com base na espécie-tipo coletada no México e que, posteriormente, foi coletada em Minas Gerais em 2021. E há outros cinco espécimes que representam, possivelmente, três espécies novas (*Tephromela* aff. *atra* 53872, Figura 19D; *Tephromela* aff. *atra* 52121Figura 19E; *Tephromela* sp. 51770, Figura 19F) que serão descritas posteriormente. Ainda, com a análise de materiais tipos depositados no Herbário TUR, foram descobertas duas

novas combinações para o gênero: *Tephromela carassensis* (Figura 19G) e *T. epichlorina* (Figura 19H).

Figura 19 – Hábito dos espécimes estudados. A. *Tephromela vinacea*, talo com ascomas (ISE-54172), Fonte: LA Santos (2022); B. *Tephromela obesimarginata*, talo com ascomas (ISE-52143) Fonte: LA Santos (2022); C. *Tephromela xanthonica*, talo com ascomas (ISE-52057) Fonte: LA Santos (2022); D. *Tephromela* aff. *atra*, talo com ascomas (ISE-53872) Fonte: LA Santos (2022); E. *Tephromela* aff. *atra*, talo com ascomas (ISE-52121) Fonte: LA Santos (2022); F. *Tephromela* sp., talo com ascomas (ISE-51770) Fonte: LA Santos (2022); G. *Tephromela carassensis*, talo com ascomas (material tipo de *Lecanora carassensis*, Vainio 1885), Fonte: Lücking (2022); H. *Tephromela epichlorina*, talo com ascomas (lectotipo de *Lecanora epichlorina*, Vainio 1885), Fonte: Lücking (2022). Barra de escala: A–H, 1 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Do material coletado, foram geradas 11 sequências (Apêndice D). Exceto *Tephromela* sp. 51770 que surge como uma espécie irmã de uma espécie não descrita (aff. *atra* 1) da Áustria, todas as demais sequências se posicionaram em um clado com suporte moderado (68%) contendo espécies não descritas (aff. *atra* 7 e 8) do Peru (Figura 20). Seis sequências representam duas espécies novas: *Tephromela vinacea*, e *T. obesimarginata* (Figura 20).

As demais sequências formam quatro novas linhagens que filogeneticamente representam quatro novas espécies (Figura 20). Todavia, as diferenças nos metabólitos secundários e a morfologia foram inconclusivos. A primeira linhagem é representada por três sequências que se posicionam em um ramo com alto valor de suporte (Figura 20). Os espécimes *Tephromela* aff. *atra* (53882, 53873 e 53872) possuem hábito saxícola, ascósporos $10\text{--}13 \times 6\text{--}7 \mu\text{m}$ e produzem ácido alectorônico (detectado por CCD e luz ultravioleta); *Tephromela* aff. *atra* (52121) possui hábito saxícola, ascósporos $14\text{--}17 \times 6\text{--}7 \mu\text{m}$ e produz ácido alectorônico (detectado por CCD e luz ultravioleta); filogeneticamente se posiciona como espécie irmã de *Tephromela* aff. *atra* 8 do Peru. Apesar de ambas linhagens não estarem bem delimitadas na atual definição do conceito morfológico de *Tephromela atra* (hábito saxícola, produção de ácidos alectorônico e α -colatólico) foram definidas provisoriamente como *Tephromela* aff. *atra*. Ainda, foram feitas várias tentativas, mas não foi possível obter sequências de boa qualidade para *T. xanthonica*. Porém, a espécie é bem delimitada pela morfologia e metabólitos secundários.

Figura 20—Relações filogenéticas de *Tephromela* com base na análise de máxima verossimilhança de sequências ITS rDNA. Os valores de suporte são relatados nas ramificações. Em azul estão as novas espécies já descritas.

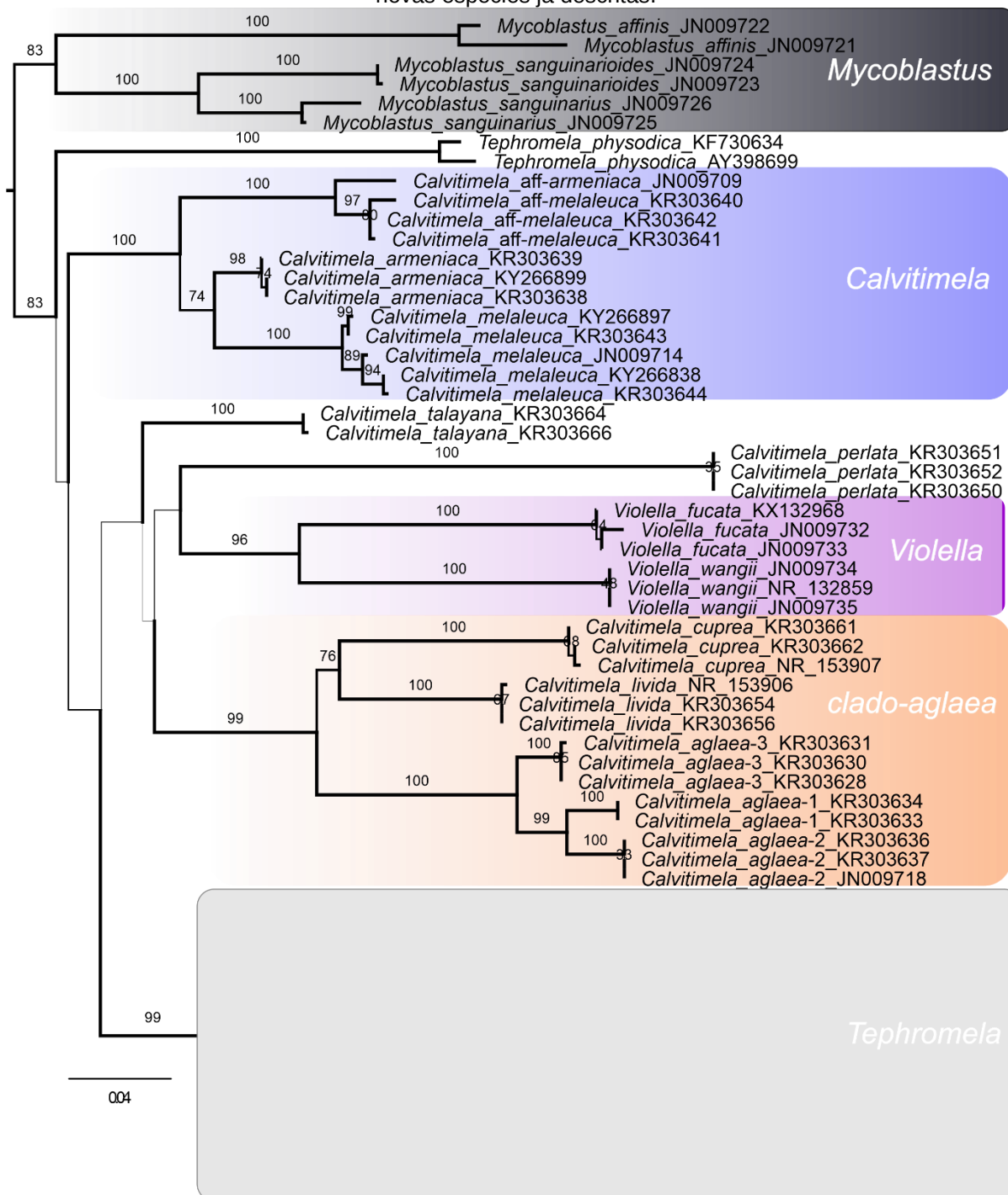
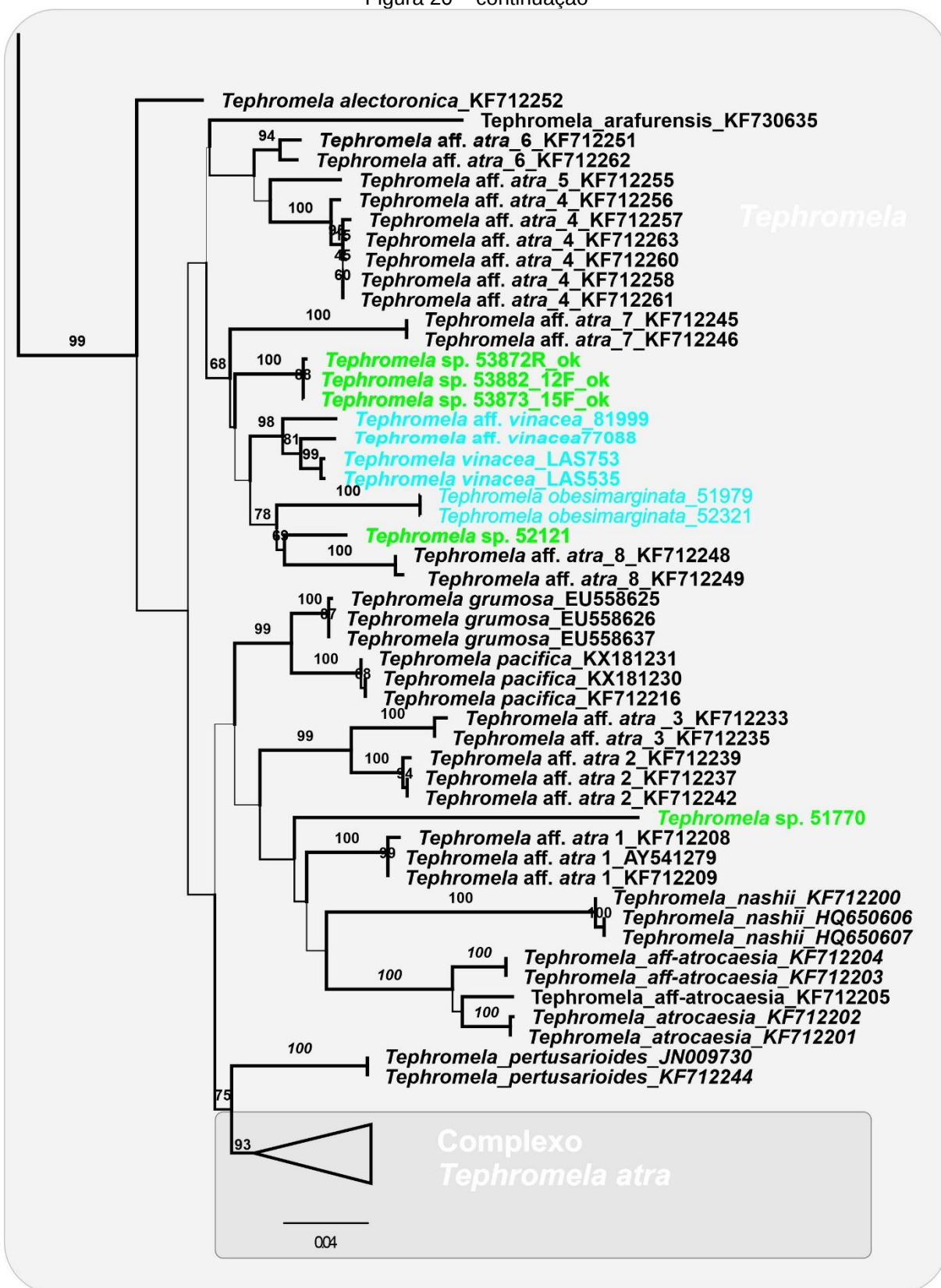


Figura 20 – continuação



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho fornece dados morfológicos e moleculares que evidenciam a riqueza de espécies e fornece meio para uma melhor delimitação entre as espécies dos três gêneros investigados. Foram realizadas coletas em 10 estados, além de revisões de espécimes dos herbários ISE e TUR.

A revisão das espécies-tipo depositadas no Herbário TUR possibilitou a descoberta de duas novas combinações para o gênero *Tephromela*: *Tephromela carassensis* (= *Lecanora carassensis*) e *T. epichrorina* (= *Lecanora epichrorina*). Esta revisão expandiu também os conhecimentos sobre a riqueza do gênero *Vainionora*. Já a revisão e sequenciamento de espécimes depositados no ISE permitiram a adição de novas sequências e, conseqüentemente, uma melhor delimitação das novas espécies do gênero *Lecanora* que estavam sendo investigadas.

Para *Lecanora*, com as coletas realizadas, foi possível o primeiro registro de *Lecanora orosthea* para o Brasil e *L. oreinoides* para Pernambuco. Adicionalmente, foram descritas 10 espécies novas: *Lecanora flavocaesia*, *Lecanora fluorosaxicola*, *Lecanora irregularicrocea*, *Lecanora neohelva*, *Lecanora nigrilobulata*, *Lecanora notactria*, *Lecanora pallidachroa*, *Lecanora parahelva*, *Lecanora saepiphila*, *L. xanthoverrucosa*; e duas subespécies foram elevadas a espécie: *L. glaucomodes* (= *Lecanora caesiorubella* subs. *glaucomodes*) e *L. neomerrillii* (= *Lecanora caesiorubella* subs. *merrillii*).

Para *Tephromela*, com as coletas realizadas, foram descritas duas espécies novas: *Tephromela vinacea*, *T. obesimarginata*, além de expandir o conhecimento sobre a distribuição de *T. xanthonica*, coletada e descrita com base no material proveniente do México e, posteriormente coletada em Minas Gerais em 2021.

Para *Vainionora*, serão necessárias revisões adicionais, principalmente, do material tipo de todas as espécies morfológicamente e quimicamente relacionadas ao gênero. Com o material coletado e sequenciado, foi possível evidenciar uma grande diversidade genética, uma vez que grande parte das sequências formaram novas linhagens. Porém, pelos dados morfológicos e químicos, algumas delas permanecem quase indistinguíveis. Certamente, algumas novas combinações foram evidenciadas: *Vainionora hypocrocea*, *Vainionora atroviridis* e *Vainionora alboflavida*, esta última com base nas sequências identificadas do *Genbank*.

A grande quantidade de dados possibilitou grandes avanços na delimitação de espécies em cada um dos gêneros, bem como evidenciou uma grande riqueza de espécies agora descobertas.

REFERÊNCIAS

- ACHARIUS, E. **Lichenographia Universalis**. F. Danckwaerts, Göttingen, p. 696. 1810.
- APTROOT, A., SPIELMANN, A.A. & GUMBOSKI, E.L. 2021. **New lichen species and records from Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Brazil**. *Archive for Lichenology*, v. 23, p.1-18.
- APTROOT, A.; CÁCERES, M.E.S. New Species and New Records of Lichens from Inselbergs and Surrounding Atlantic Rain Forest in the Chapada Diamantina (Bahia, Brazil). **Herzogia**, v.31, n.1, p. 359-373, 2018.
- ARUP, U; GRUBE, M. Is Rhizoplaca (Lecanorales, lichenized Ascomycota) a monophyletic genus? **Canadian Journal of Botany**, v. 78, n. 3, p. 318–327, 2000.
- ARUP, U.; GRUBE, M. Molecular Systematics of *Lecanora* Subgenus *Placodium*. **The Lichenologist**, v. 30, n. 4–5, p. 415–425, 1998.
- ARUP, Ul.; GRUBE, M. Where does *Lecanora demissa* (Ascomycota, Lecanorales) Belong? **The Lichenologist**, v. 31, n. 5, p. 419–430, 1999.
- BJERKE, J.W.; Elvebakk, A.; Domínguez, E.; *et al.* Seasonal trends in usnic acid concentrations of Arctic, alpine and Patagonian populations of the lichen *Flavocetraria nivalis*. **Phytochemistry**, v. 66, n. 3, p. 337–344, 2005.
- BUNGARTZ, F.; ELIX, J.A.; PRINTZEN, C. Lecanoroid lichens in the Galapagos Islands: the genera *Lecanora*, *Protoparmeliopsis* and *Vainionora* (Lecanoraceae, Lecanoromycetes). **Phytotaxa**, v. 431, n. 1, p. 001–085, 2020.
- BRODO, I. M. The North American species of the *Lecanora subfusca* group. *Beih. Nova Hedwigia*, v.79, p. 63- 185, 1984.
- BRODO, I.M., Elix, J.A. *Lecanora jamesii* and the relationship between *Lecanora* s. str. and *Straminella*. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 53, p. 19–25, 1993.
- BRODO, I. M.; Vitikainen, O. The typification of *Lecanora subfusca* (L.) Ach., its varieties, and some of its related taxa published before 1850. **Mycotaxon**, v. 21, p. 281- 298, 1984.
- CÁCERES, M.E.S. 2007. Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil. **Libri Botanici**, v. 22, p.1-168, 2007.
- CHOISY, M. 1929. Genres nouveaux pour la lichénologie dans le groupe des Lécanoracées. **Bulletin de la société botanique de France**, v. 76, n. 3, p. 521-527, 1929.

- CULBERSON, C. F.; CULBERSON, W.L.; JOHNSON, A. Occurrence and histological distribution of usnic acid in the *Ramalina siliquosa* species complex. **The Bryologist**, v. 96, n. 2, p. 181–184, 1993.
- DICKHÄUSER, A.; LUMBSCH, H.T.; FEIGE, G.B. A synopsis of the *Lecanora subcarnea* group. **Mycotaxon**, 56: 303–323, 1995.
- FLAKUS, P. R.; PRINTZEN, C. *Palicella*, a new genus of lichenized fungi and its phylogenetic position within Lecanoraceae. **The Lichenologist**, v. 46, n. 4, p. 535–552, 2014.
- FRYDAY, A. M.; COPPINS, B. J. *Ameliella*, a new genus of lichen-forming fungi from north-west Europe and western Canada. **The Lichenologist**, v. 40, n. 5, p. 387–397, 2008.
- GARDES, M.; BRUNS, T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. **Molecular Ecology**, v. 2, n. 2, p. 113–118, 1993.
- Gueidan, C.; Hill, D.J.; Miadlikowska, J.; Lutzoni, F. Pezizomycotina: Lecanoromycetes. In: MCLAUGHLIN, D. J.; SPATAFORA, J. W. (eds.). **Systematics and Evolution**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2015, The Mycota, v. 7B, p. 89–120.
- GUDERLEY, R. Die *Lecanora subfusca*-gruppe in Süd- und Mittelamerika. **Journal of the Hattori Botanical Laboratory**, v.87, 131–257, 1999.
- GUDERLEY, R.; LUMBSCH, H. T.; ELIX, J. A. Four New Species of *Lecanora* sensu stricto (Lecanorales, Ascomycotina) from Tropical South America. **The Bryologist**, v. 103, n. 1, p. 139–144, 2000.
- GRUBE, M.; BALOCH, E.; ARUP, U. A phylogenetic study of the *Lecanora rupicola* group (Lecanoraceae, Ascomycota). **Mycological Research**, v. 108, n. 5, p. 506–514, 2004.
- HAFELLNER, J. Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung der Sammelfamilien Lecanoraceae und Lecideaceae. Beihefte zur, **Nova Hedwigia**, v.79. p. 241–371, 1984.
- HAFELLNER, J.; CL. ROUX. *Bulletin de la Societe Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle serie. Numero Special*. 7: 829, 1985.
- HAFELLNER, J.; TÜRK, R. Die lichenisierten Pilze Österreichs – eine Checkliste der bisher nachgewiesenen Arten mit Verbreitungsangaben. **Stapfia**, v.76, p. 1–167, 2001.

- KALB, K. *Lichenes Neotropici*, ausgegeben von Klaus Kalb. Fascikel VII (No. 252–300). **Neumarkt/Opf**, 1983.
- KALB, K. *Lichenes Neotropici*, ausgegeben von Klaus Kalb. Fascikel XII (No. 476–525). **Neumarkt**. p. 16, 1991.
- KALB, K.; ELIX, J. A. *Vainionora*. In: Nash III, T.H., Ryan, B.D., Diederich, P., Gries, C. & Bungartz, F. (Eds.) **Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region**. Lichens Unlimited, Tempe, v. 2, p. 556–559, 2004.
- Lumbsch, H.T. 1994. Die *Lecanora subfusca*-Gruppe in Australasien. **Journal of the Hattori Botanical Laboratory**, v. 77, p. 1–175.
- LARENA, I.; SALAZAR, O.; GONZÁLEZ, V.; *et al.* Design of a primer for ribosomal DNA internal transcribed spacer with enhanced specificity for ascomycetes. **Journal of Biotechnology**, v. 75, n. 2–3, p. 187–194, 1999.
- LUMBSCH, H.T.; ELIX, J.A. Notes on the circumscription of the lichens *Lecanora leprosa* and *L. sulfurescens* (Lecanoraceae, lichenised Ascomycotina). **Tropical Bryology** v.7, p. 71–75, 1993.
- LUMBSCH, H.T., FEIGE, G.B.; ELIX, J.A. Chemical variation in two species of the *Lecanora subfusca* group (Lecanoraceae, lichenized Ascomycotina). *Plant Systematics and Evolution* 191: 227–236, 1994.
- Lumbsch, H.T., Feige, G.B. & Elix, J.A. A revision of the usnic acid-containing taxa belonging to *Lecanora sensu stricto* (Lecanorales: lichenized Ascomycotina). **The Bryologist**, v.98, n.4, p. 561–577, 1995.
- LUMBSCH, H. T.; GUDERLEY, R.; ELIX, J.A. A Revision of Some Species in *Lecanora sensu stricto* with a Dark Hypothecium (Lecanorales, Ascomycotina). **The Bryologist**, v. 99, n. 3, p. 269–291, 1996.
- LUMBSCH, H.T.; ELIX, J.A. *Lecanora*. In: McCarthy, P.M. & Mallett, K. (Eds.) *Flora of Australia*, v.56A, Lichens 4. ABRS/CSIRO, Melbourne, pp. 12–62, 2004.
- LUMBSCH, H.T.; PLÜMPER, M.; GUDERLEY, R.; FEIGE, G.B. The corticolous species of *Lecanora sensu stricto* with pruinose apothecial discs. **Acta Universitatis Upsaliensis**, v.32, n.1, p. 131–161, 1997.
- LUMBSCH, H. T. The use of metabolic data in Lichenology at the Species and subspecific levels. **The Lichenologist**, v. 30, n. 4–5, p. 357–367, 1998.
- PAPONG, K.; BOONPRAGOB, K.; PARNMEN, S.; LUMBSCH, H. T. Molecular phylogenetic studies on tropical species of *Lecanora sensu stricto* (Lecanoraceae, Ascomycota). **Nova Hedwigia**, 96(1-2), p.1–13, 2013.

- MALÍČEK, J., BERGER, F., PALICE, Z., VONDRÁK, J. Corticolous soorediate Lecanora species (Lecanoraceae, Ascomycota) containing atranorin in Europe. **The Lichenologist**, 49(5), 431-455, 2017. doi:10.1017/S002428291700038X
- MCEVOY, Maria; NYBAKKEN, Line; SOLHAUG, Knut Asbjørn; *et al.*, UV triggers the synthesis of the widely distributed secondary lichen compound usnic acid. **Mycological Progress**, v. 5, n. 4, p. 221–229, 2006.
- MILLER, M.A.; PFEIFFER, W.; SCHWARTZ, T. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *In*: **Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)**. New Orleans. [s.l.: s.n.], p. 1–8, 2010.
- NASH, III, T. (Ed.). Lichen Biology. **Cambridge: Cambridge University Press**. 2008.
- NYLANDER, W. **Essai d'une nouvelle classification des lichens, (second memoire)**. Mem. Soc.Sci. Nat. Cherbourg, n. 3, 161-202, 1855.
- PÉREZ-ORTEGA, S.; SPRIBILLE, T.; PALICE, Z.; *et al.* A molecular phylogeny of the *Lecanora varia* group, including a new species from western North America. **Mycological Progress**, v. 9, n. 4, p. 523–535, 2010.
- RYAN, B.D., LUMBSCH, H.T., MESSUTI, M.I., PRINTZEN, C., ŚLIWA, L. & NASH III, T.H. 2004. *Lecanora*. *In*: Nash III, T.H., Ryan, B.D., Diederich, P., Gries, C. & Bungartz, F. (Eds.) **Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region**. Lichens Unlimited, Tempe, v.2, pp. 176–286, 2004.
- SCHOCH, Conrad L.; SEIFERT, Keith A.; HUHNDOERF, Sabine; *et al.*, Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 16, p. 6241–6246, 2012.
- SANTOS, L.A.D. Relações filogenéticas dos gêneros *Lecanora* Ach. e *Neoprotoparmelia* Garima Singh, Lumbsch & I. Schmitt (Lecanorales, Ascomycota liquenizados). 2019. **Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos)** – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.
- SANTOS, L.A.D.; APTROOT A.; LÜCKING, R.; CÁCERES, M.E.S. High diversification in the *Neoprotoparmelia multifera* complex (Ascomycota, Parmeliaceae) in northeast Brazil revealed by DNA barcoding and phenotypical characters. **The Bryologist**, v. 122, n.4, 539–552, 2019.
- SANTOS, L.A.D.; APTROOT A.; SOUZA, M.F.; LÜCKING, R.; GUZMÁN-GUILLERMO J.; CÁCERES, M.E.S. Four new species of *Tephromela* M.Choisy (Ascomycota,

Tephromelataceae), three containing lichexanthone, from Brazil and Mexico. **Cryptogamie, Mycologie**, v. 44, n.2, 11-25, 2023.

ŚLIWA, L.; MIADLIKOWSKA, J.; REDELINGS, B. D.; *et al.* Are widespread morphospecies from the *Lecanora dispersa* group (lichen-forming Ascomycota) monophyletic? **The Bryologist**, v. 115, n. 2, p. 265–277, 2012.

SPRIBILLE T.; KLUG B.; MAYRHOFER H.A. Phylogenetic analysis of the boreal lichen *Mycoblastus sanguinarius* (Mycoblastaceae, lichenized Ascomycota) reveals cryptic clades correlated with fatty acid profiles. **Molecular Phylogenetics Evolution**, v.59, n. 3, p. 603-14, 2011.

STAMATAKIS, Alexandros. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. **Bioinformatics (Oxford, England)**, v. 30, n. 9, p. 1312–3, 2014.

U'REN, J. M. *et al.* Host and geographic structure of endophytic and endolichenic fungi at a continental scale. **American journal of botany**, v. 99, n. 5, p. 898-914, 2012.

VONDRAK, J.; FROLOV, I.; ARUP, U.; KHODOSOVTSSEV, A. Methods for phenotypic evaluation of crustose lichens with emphasis on Teloschistaceae. **Чорноморський ботанічний журнал** 9 (3), p. 382-405, 2013.

VILGALYS, R.; HESTER, M. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. **Journal of Bacteriology**, v. 172, n. 8, p. 4238–4246, 1990.

ZHAO, X.; *et al.* Towards a revised generic classification of lecanoroid lichens (Lecanoraceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. **Fungal Diversity**, v. 78, n. 1, p. 293–304, 2016.

ZOLLER, S.; SCHEIDEGGER, C.; SPERISEN, C. Pcr Primers for the Amplification of Mitochondrial Small Subunit Ribosomal DNA of Lichen-forming Ascomycetes. **The Lichenologist**, v. 31, n. 5, p. 511–516, 1999

APÊNDICE A – LISTA DE ESPÉCIMES REVISADOS DEPOSITADOS NO HERBÁRIO ISE

(Continua)

Espécie	Localidade	nº do Coletor	nº Herbário ISE
<i>L. cf. ecoronata</i>	Chapada Diamantina, Lençóis, Bahia	M. Cáceres & A. Aptroot	40533
<i>L. flavocaesia</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos 627	57416
<i>L. flavocaesia</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos 604	57417
<i>L. flavocaesia</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46521a
<i>L. flavocaesia</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	52389
<i>L. glaucomodes</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	46522
<i>L. glaucomodes</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	46533
<i>L. glaucomodes</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	54330
<i>L. glaucomodes</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	57413
<i>L. glaucomodes</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46528a
<i>L. glaucomodes</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	54328
<i>L. glaucomodes</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	54329
<i>L. hypocrocina</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	38126
<i>L. hypocrocina</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	46535
<i>L. hypocrocina</i>	Mona Grota do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	46537
<i>L. hypocrocina</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	46542
<i>L. hypocrocina</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	54320
<i>L. hypocrocina</i>	Povoado Niterói, Porto da Folha, Sergipe	L. A. Santos	46527
<i>L. hypocrocina</i>	Povoado Niterói, Porto da Folha, Sergipe	L. A. Santos	46540
<i>L. hypocrocina</i>	Povoado Niterói, Porto da Folha, Sergipe	L. A. Santos	46541
<i>L. hypocrocina</i>	Povoado Niterói, Porto da Folha, Sergipe	L. A. Santos	46543
<i>L. irregularicrocea</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38120

Espécie	Localidade	nº do Coletor	nº Herbário ISE
<i>L. irregularicrocea</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38132
<i>L. irregularicrocea</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38135
<i>L. kalbiana</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42571
<i>L. kalbiana</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42592
<i>L. neomerrilli</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38146
<i>L. neomerrilli</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38149
<i>L. neomerrilli</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38151
<i>L. notactria</i>	PARNA Catimbau – “A1RIT”, Pernambuco	L. A. Santos	46529
<i>L. notactria</i>	PPN Fazenda Almas, São José dos Cordeiros, Paraíba	L. A. Santos	46539b
<i>L. notactria</i>	PPN Fazenda Almas, São José dos Cordeiros, Paraíba	L. A. Santos	54331
<i>L. notactria</i>	PPN Fazenda Almas, São José dos Cordeiros, Paraíba	L. A. Santos	57412
<i>L. notactria</i>	RPPN Fazenda Almas, São José dos Cordeiros, Paraíba	L. A. Santos	46519
<i>L. notactria</i>	RPPN Fazenda Almas, São José dos Cordeiros, Paraíba	L. A. Santos	46550
<i>L. parahelva</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	38124
<i>L. parahelva</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	54323
<i>L. parahelva</i>	MONA Grota do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	57413
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46523
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46530
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46531
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46532
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	54324
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	54325
<i>L. parahelva</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	54326

Espécie	Localidade	nº do Coletor	nº Herbário ISE
<i>L. praeferenda</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46538
<i>L. praeferenda</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46544
<i>L. praeferenda</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Pernambuco	L. A. Santos	46545
<i>L. saepiphila</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42602b
<i>L. saepiphila</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42612b
<i>L. sp.</i>	MONA Grotta do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	46528b
<i>L. sp.</i>	MONA Grotta do Angico, Poço Redondo Sergipe	L. A. Santos	54333
<i>L. sp. nov. 226</i>	RPPN Fazenda Almas, São José dos Cordeiros, Paraíba	L. A. Santos	57415
<i>L. sp. nov. 277</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42602e
<i>L. subalbellina</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38119b
<i>L. subimmersa</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42436
<i>L. vainioi</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42425
<i>L. xanthoverrucosa</i>	Chapada Diamantina, Lençóis, Bahia	M. Cáceres & A. Aptroot	40532c
<i>L. xanthoverrucosa</i>	MONA Grotta do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	46520
<i>L. xanthoverrucosa</i>	Mona Grotta do Angico, Poço Redondo, Sergipe	L. A. Santos	52394
<i>L. xanthoverrucosa</i>	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42608
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38118
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38121
<i>Vainionora sp. nov. A</i>	Parque Nacional Itatiaia, Rio de Janeiro	M. Cáceres	38117

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° Herbário ISE
<i>Vainionora</i> spec. nov. D	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42601
<i>Vainionora</i> spec. nov. D	REBio de Pedra Talhada, Quebrangulo, Alagoas	M. Cáceres & A. Aptroot	42603

APÊNDICE B – LISTA DE ESPÉCIMES ANALISADOS E DEPOSITADOS NO HERBÁRIO ISE

Espécie	Localidade	(Continua)	
		n° do Coletor	n° ISE
cf. <i>Lecanora</i>	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55275
cf. <i>Lecanora</i>	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55276
cf. <i>Lecanora</i>	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55277
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55297
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55251
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55255
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55256
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55257
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54373a
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55172
<i>Lecanora</i> aff. <i>fulvastra</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52329
<i>Lecanora</i> aff. <i>fulvastra</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52330

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora</i> aff. <i>polytropa</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53874
<i>Lecanora</i> aff. <i>polytropa</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55016a
<i>Lecanora</i> aff. <i>subcarnea</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53871a
<i>Lecanora</i> aff. <i>sulphurea</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53869a
<i>Lecanora</i> aff. <i>sulphurea</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54163a
<i>Lecanora</i> aff. <i>sulphurea</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54393
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55274
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55290a
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55291
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55254
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51993
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52032
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52035
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52050
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52052
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52095
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52162
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52162a
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52170

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52172
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52176
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52181
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52181
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52184
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52221
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52229
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52232
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52247
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52250
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52266
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52295
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52295
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52386
<i>Lecanora brasiliana</i> Zahlbr.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52058a
<i>Lecanora brasiliana</i> Zahlbr.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52168
<i>Lecanora brasiliana</i> Zahlbr.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52294
<i>Lecanora</i> cf. <i>rupicola</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54183
<i>Lecanora</i> cf. <i>subcarnea</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54034
<i>Lecanora</i> cf. <i>subcarnea</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54036
<i>Lecanora</i> cf. <i>subcarnea</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54171

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora</i> cf. <i>subimmersa</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55216
<i>Lecanora</i> cf. <i>sulfurescens</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55017a
<i>Lecanora concilianda</i> Vain.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52078
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55183
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55188
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55190
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52254
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52302
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52308
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52318
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52344
<i>Lecanora concilians</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52345
<i>Lecanora coronulans</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52192
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55170
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55171
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55173
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52075
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52167

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora farinacea</i> Fée	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52068
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53985
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53986
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53988
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53996
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54009
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54010
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54012
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54052
<i>Lecanora flavocaesia</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54087
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53866

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53867
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53921
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53954
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54033
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54038
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54391
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54392
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55007a
<i>Lecanora fluorosaxicola</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55016b
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53950
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53987
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54029

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54064
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54066
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54152
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	55024
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54367a
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54380
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55008
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52037
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53876
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53893
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53941
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53942c
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53949
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53951
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53990
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53992
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53993
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54004
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54027

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54055
<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54376
<i>Lecanora kalbiana</i> Lumbsch	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53881
<i>Lecanora kalbiana</i> Lumbsch	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54345a
<i>Lecanora kalbiana</i> Lumbsch	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54385
<i>Lecanora kalbiana</i> Lumbsch	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54388
<i>Lecanora</i> L. A. Santos et al. nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52228
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55220
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55290b
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54400
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55000a
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55169
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52225
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52319
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos et al.	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55178

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55181
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55185
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55189
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55191a
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55206
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52162b
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52303
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52311
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52314

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52315
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52342
<i>Lecanora neohelva</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52343
<i>Lecanora neomerrillii</i> (L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52273
<i>Lecanora neomerrillii</i> L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52108
<i>Lecanora neomerrillii</i> L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52177
<i>Lecanora neomerrillii</i> L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52231
<i>Lecanora neomerrillii</i> L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52244
<i>Lecanora neomerrillii</i> L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52255

Espécie	Localidade	nº do Coletor	nº ISE
<i>Lecanora neomerrillii</i> L. A. Santos <i>et al.</i> nom. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52387
<i>Lecanora nigrilobulata</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51230
<i>Lecanora nigrilobulata</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51622
<i>Lecanora nigrilobulata</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52239
<i>Lecanora notatictria</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53963
<i>Lecanora notatictria</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54016
<i>Lecanora notatictria</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54017
<i>Lecanora notatictria</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54214
<i>Lecanora notatictria</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55249

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora notatictria</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55250
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54031
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54037
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54185
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Fazenda Oiteiro, povoado Quererá, Tucano, Bahia	B.A. Oliveira	55023
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Fazenda Oiteiro, povoado Quererá, Tucano, Bahia	B.A. Oliveira	55027
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Fazenda Oiteiro, povoado Quererá, Tucano, Bahia	B.A. Oliveira	55030
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54338
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54345b

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54382
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54395
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54585a
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55009
<i>Lecanora orosthea</i> (Ach.) Ach.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	A. Aptroot & L. A. Santos	51563
<i>Lecanora parachroa</i> L.A. Santos, J.G. Cavalcante & M. Cáceres	Povoado Rio dos Negros, Carira, Sergipe	L. A. Santos	52390
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55191b
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53877

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53886
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53904
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53906
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53907
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53908
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53911
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53912
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53914
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53924

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53948
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53989
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53991
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53994
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53995
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53998
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54148
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54215
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54354

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54359a
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54362
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54363
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54367c
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54373b
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54390
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55011
<i>Lecanora parahelva</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55012b
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55013
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52044

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52055
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52058b
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52070
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52092
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52133
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52141
<i>Lecanora plumosa</i> Müll. Arg.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52197
<i>Lecanora praeferenda</i> (Nyl.) Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54355
<i>Lecanora praeferenda</i> (Nyl.) Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54372
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Aquidauana, Camisão, Mirador de Paxixi, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	80884
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54369
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54375
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54379
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54381
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54398
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54399

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55288
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	Centro de Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55288
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55252
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55112
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55113
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52119
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52123
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52124
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52129
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52269
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52275
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52278
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52317
<i>Lecanora rabdotoides</i> Guderley	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52322
<i>Lecanora</i> sp. (sorédios)	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55245
<i>Lecanora</i> sp. (sorédios)	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54378

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora</i> sp. (sorédios)	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54545
<i>Lecanora</i> sp. (sorédios)	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55012c
<i>Lecanora</i> sp. nov.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55269
<i>Lecanora subimmergens</i> Vain.	Fazenda Oiteiro, povoado Quererá, Tucano, Bahia	B.A. Oliveira	55019
<i>Lecanora subimmersa</i> (Fée) Vain.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51947
<i>Lecanora sulfurescens</i> Fée	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54190
<i>Lecanora sulfurescens</i> Fée	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54415
<i>Lecanora sulfurescens</i> Fée	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54547
<i>Lecanora sulfurescens</i> Fée	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54655
<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55010
<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55012a
<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52323
<i>Lecanora vainioi</i> Vänškä	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54343a
<i>Lecanora vainioi</i> Vänškä	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54346
<i>Lecanora vainioi</i> Vänškä	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54348
<i>Lecanora vainioi</i> Vänškä	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54368a

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora xanthoplumosa</i> Guderley	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54384
<i>Lecanora xanthoplumosa</i> Guderley	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54387
<i>Lecanora xanthoplumosa</i> Guderley	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54389
<i>Lecanora xanthoplumosa</i> Guderley	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55014
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53895
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53967
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54028
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos et al.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54160
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos et al.	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	55002

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Povoado Rio dos Negros, Carira, Sergipe	L. A. Santos	52391
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Povoado Rio dos Negros, Carira, Sergipe	L. A. Santos	52392
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i> L.A. Santos <i>et al.</i>	Povoado Rio dos Negros, Carira, Sergipe	L. A. Santos	52393
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55198
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53872
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53873
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	53882
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54187
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54374
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54377
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52121
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	54167
<i>Tephromela</i> aff. <i>vinacea</i>	Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco	L. A. Santos	54351

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Tephromela obesimarginata</i>			
L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52143
<i>Tephromela obesimarginata</i>			
L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52309
<i>Tephromela obesimarginata</i>			
L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52312
<i>Tephromela obesimarginata</i>			
L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52321
<i>Tephromela</i> sp.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	A. Aptroot	51770
<i>Tephromela vinacea</i> L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52120

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Tephromela vinacea</i> L.A.			
Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52182
<i>Tephromela vinacea</i> L.A.			
Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52310
<i>Tephromela xanthonica</i> Guzmán-Guillermo	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52016
<i>Tephromela xanthonica</i> Guzmán-Guillermo	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52057
<i>Vainionora aemulans</i> (Vain.) Kalb	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54060
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51344b
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51589
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52020

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52023
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52024
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52033
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52034
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52038
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52047
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52048
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52087
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52101

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52130
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52183
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52186
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52190
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52196a
<i>Vainionora atroviridis</i> comb. nov	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52242
<i>Vainionora</i> cf. <i>aemulans</i>	Cânion Pirituba, Bom Sucesso de Itararé, São Paulo	L. A. Santos	55205
<i>Vainionora</i> cf. <i>aemulans</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52388
<i>Vainionora</i> cf. <i>flavovirens</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52169
<i>Vainionora</i> cf. <i>flavovirens</i>	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52194
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52042

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52053
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52060
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52065
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52076
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52084
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52097
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52107
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52122
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52136

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52145
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52161
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52175
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52178
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52185
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52196b
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52198
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52267
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52268

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52277
<i>Vainionora hypocrocea</i> comb. nov.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52307
<i>Vainionora</i> sp. nov. B	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52320
<i>Vainionora</i> sp. nov. A	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52106
<i>Vainionora</i> sp. nov. C	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52144
<i>Vainionora</i> sp. nov. C	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52271
<i>Vainionora</i> sp. nov. C	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52272
<i>Vainionora Vainionora</i> sp. nov. B	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52036
<i>Vainionora Vainionora</i> sp. nov. B	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52036
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54005
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54006

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54007
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, Bahia	L. A. Santos	54060
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Núcleo Caboclos, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55229
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	Parque Natural Municipal Morro do Ouro, Apiaí, São Paulo	L. A. Santos	55114
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	51113
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52005
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52006
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52008
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52018

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52022
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52022
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52028
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52040
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52041
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52043
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52045
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52046
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52051

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52059
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52062
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52063
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52064
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52066
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52079
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52088
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52094
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52098

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52099
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52117
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52127
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52128
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52131
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52137
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52138
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52140
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52159

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52165
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52171
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52173
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52189
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52191
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52195
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52195
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52222
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52223

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52224
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52233
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52234
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52237
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52248
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52248
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52249
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52256
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52258

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52259
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52261a
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52262
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52265
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52276
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52291
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52292
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52297
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52305

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ISE
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52306
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52316
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52327
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52383
<i>Vainionora warmingii</i> (Müll. Arg.) Kalb.	RPPN Santuário do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais	L. A. Santos	52385

APÊNDICE C – LISTA DE ESPÉCIMES ANALISADOS E DEPOSITADOS NOS HERBÁRIOS CGMS E ABL

Espécie	Localidade	nº do Coletor	nº ABL
<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Bonito, Fazenda Marambaia, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	77053
<i>Lecanora</i> aff. <i>xanthoplumosa</i>	Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	A. Aptroot & M.F. Souza	81903
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	Salobra, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	81291
<i>Lecanora caesiorubella</i> Ach.	Avenida Mato Grosso, Campo Grande, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	78377
<i>Lecanora cerradoensis</i> Guderley	Cerro do Ubaldo, Piratini, Rio Grande do Sul	A. Aptroot	79479
<i>Lecanora</i> cf. <i>subimmersa</i>	Rochedo, ao longo do Rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	81483
<i>Lecanora expallens</i> Ach.	Trilha até o cume, Campos do Quiriri, Guaruva, Santa Catarina	A. Aptroot	78572
<i>Lecanora farinacea</i> Fée	Piratini, Cerro do Ubaldo, Rio Grande do Sul	A. Aptroot	79762
<i>Lecanora flavidomarginata</i> B. de Lesd.	Jateí, Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	79962
<i>Lecanora glaucomodes</i> Nyl.	Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	A. Aptroot & M.F. Souza	81989
<i>Lecanora hypocrocea</i> Vain.	Corumbá, 5 km W de Morro Grande, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	81138

Espécie	Localidade	n° do Coletor	n° ABL
<i>Lecanora hypofusca</i> Aptroot & M. Cáceres	Aquidauana, Camisão, Mirador de Paxixi, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	80895
<i>Lecanora hypofusca</i> Aptroot & M. Cáceres	Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	A. Aptroot & M.F. Souza	81846
<i>Lecanora kalbiana</i> Lumbsch	Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	M.F. Souza & A. Aptroot	177
<i>Lecanora leproplaca</i> Zahlbr.	Guaraqueçaba, Tagaçaba Porto da Linha, Rodovia PR-405 km 36.2, chácara de Donald Schause, Paraná	A. Aptroot & M.F. Souza	82087
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Camisão, Rio Grande do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	81360
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Pelotas, Cascata, BR-392, Km 89, Rio Grande do Sul	A. Aptroot	79581
<i>Lecanora leprosa</i> Fée	Rio Negrinho, Rio Preto, Fazenda Velha, Santa Catarina	A. Aptroot	78645
<i>Lecanora oreinoides</i> (Körb.) Hertel & Rambold	Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	A. Aptroot & M.F. Souza	81733
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Aquidauana, Camisão, Mirador de Paxixi, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	80884
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Bodoquena, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	77811
<i>Lecanora pseudistera</i> Nyl.	Bodoquena, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	77847
<i>Lecanora</i> sp.	Corumbá, 5 km de Morro Grande, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	81119
<i>Lecanora subalbellina</i> Vain.	Bonito, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	78008

Espécie		Localidade	n° do Coletor	n° ABL
<i>Lecanora</i> Vain.	<i>subimmergens</i>	Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	.M. F. Souza & A. Aptroot	81795
<i>Lecanora</i> Vain.	<i>subimmergens</i>	Rochedo, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot & M.F. Souza	80742
<i>Lecanora sulfurescens</i> Fée		Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	.M. F. Souza & A. Aptroot	182
<i>Lecanora sulfurescens</i> Fée		Rio Negrinho, Rio Preto, Fazenda Velha, Santa Catarina	A. Aptroot	78649
<i>Lecanora thysanophora</i> R.C. Harris		Bonito, Fazenda Monte Negro, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	77896
<i>Lecanora thysanophora</i> R.C. Harris		Candelária, Base do Cerro Botucaraí, Rio Grande do Sul	A. Aptroot	79265
<i>Lecanora tropica</i> Zahlbr.		Rio Pardo, Balneário Santa Vitória, Rio Grande do Sul	A. Aptroot	79629
<i>Lecanora tropica</i> Zahlbr.		Trilha até o cume, Campos do Quiriri, Guaruva, Santa Catarina	A. Aptroot	78575
<i>Lecanora vainioi</i> Vänškä		Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	A. Aptroot & M.F. Souza	81566
<i>Lecanora</i> Guderley	<i>xanthoplumosa</i>	Aquidauana, Vila Pirapitanga, Mato Grosso do Sul	A. Aptroot	80503
<i>Vainionora</i> sp. nov. D		Chapada dos Guimarães, área da Pousada do Parque, Mato Grosso	.M.F. Souza & A. Aptroot	53

**APÊNDICE D – LISTA DAS SEQUÊNCIAS GERADAS E DEPOSITADAS NO
GENBANK DE ESPÉCIMES BRASILEIROS**

Espécie	Estado	nº Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Lecanora</i> aff. <i>ecoronata</i>	BA	ISE 40533b	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>farinacea</i>	MG	ISE 52068	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>plumosa</i>	MG	ISE 52311	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>plumosa</i>	MG	ISE 52343	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>polytropia</i>	BA	ISE 53874	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>subcarnea</i>	BA	ISE 53871a	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>sulphurea</i>	BA	ISE 53869a	Submetido	-
<i>Lecanora</i> aff. <i>sulphurea</i>	BA	ISE 54163a	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52032	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52095	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52170	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52172	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52176	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52181	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52184	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52221	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52229	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52232	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52247	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52266	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>argentata</i>	MG	ISE 52386	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>brasiliiana</i>	MG	ISE 51993	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>brasiliiana</i>	MG	ISE 52058a	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>brasiliiana</i>	MG	ISE 52168	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>brasiliiana</i>	MG	ISE 52294	Submetido	-
<i>Lecanora</i> <i>concilianda</i>	MG	ISE 52078	Submetido	Submetido
<i>Lecanora</i> <i>concilians</i>	MG	ISE 52302	Submetido	Submetido
<i>Lecanora</i> <i>concilians</i>	MG	ISE 52308	Submetido	-

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Lecanora flavocaesia</i>	PE	ISE 46521a*	Submetido	-
<i>Lecanora flavocaesia</i>	SE	ISE 52389	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	BA	ISE 53866	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	BA	ISE 53921	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	BA	ISE 53954	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	BA	ISE 54033	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	BA	ISE 54038	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	PE	ISE 54391	Submetido	-
<i>Lecanora fluorosaxicola</i>	PE	ISE 54394	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	MT	81989 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	PE	ISE 46528a*	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	PE	ISE 54328*	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	PE	ISE 54329*	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	SE	ISE 46522*	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	SE	ISE 46533*	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	SE	ISE 54330*	Submetido	-
<i>Lecanora glaucomodes</i>	SE	ISE 57413*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 38126*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46527*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46535*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46537*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46540*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46541*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46542*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 46543*	Submetido	-
<i>Lecanora hypocrocina</i>	SE	ISE 54320*	Submetido	-
<i>Lecanora hypofusca</i>	MS	80895 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora hypofusca</i>	MS	81846 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora irregularicrocea</i>	RJ	ISE 38120*	Submetido	-

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Lecanora irregularicrocea</i>	RJ	ISE 38132*	Submetido	-
<i>Lecanora irregularicrocea</i>	RJ	ISE 38135*	Submetido	-
<i>Lecanora kalbiana</i>	AL	ISE 42571*	Submetido	-
<i>Lecanora kalbiana</i>	AL	ISE 42592*	Submetido	-
<i>Lecanora kalbiana</i>	BA	ISE 53881	Submetido	-
<i>Lecanora leprosa</i>	MG	ISE 52225	Submetido	-
<i>Lecanora leprosa</i>	MS	81360 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora neohelva</i>	MG	ISE 52303	Submetido	-
<i>Lecanora neohelva</i>	MG	ISE 52314	Submetido	-
<i>Lecanora neohelva</i>	MG	ISE 52319	Submetido	-
<i>Lecanora neohelva</i>	MG	ISE 52342	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	MG	ISE 52108	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	MG	ISE 52228	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	MG	ISE 52231	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	MG	ISE 52244	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	MG	ISE 52273	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	MG	ISE 52387	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	RJ	ISE 38146*	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	RJ	ISE 38149*	Submetido	-
<i>Lecanora neomerrilii</i>	RJ	ISE 38151*	Submetido	-
<i>Lecanora nigrilobulata</i>	MG	ISE 51230	Submetido	-
<i>Lecanora nigrilobulata</i>	MG	ISE 51622	Submetido	-
<i>Lecanora nigrilobulata</i>	MG	ISE 52239	Submetido	-
<i>Lecanora notatictria</i>	BA	ISE 53963	Submetido	-
<i>Lecanora notatictria</i>	PB	ISE 46519*	Submetido	-
<i>Lecanora notatictria</i>	PB	ISE 46539b*	Submetido	-
<i>Lecanora notatictria</i>	PB	ISE 46550*	Submetido	-
<i>Lecanora notatictria</i>	PB	ISE 54331*	Submetido	-
<i>Lecanora notatictria</i>	PB	ISE 57412*	Submetido	-

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Lecanora notatictria</i>	PE	ISE 46529*	Submetido	-
<i>Lecanora pallidachroa</i>	AL	ISE 42602c*	Submetido	-
<i>Lecanora pallidachroa</i>	PE	ISE 54332a*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	BA	ISE 53989	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	BA	ISE 53991	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 46523*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 46530*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 46531*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 46532b*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 54324*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 54325*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	PE	ISE 54326*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	SE	ISE 54323*	Submetido	-
<i>Lecanora parahelva</i>	SE	ISE 57414*	Submetido	-
<i>Lecanora plumosa</i>	MG	ISE 52044	Submetido	-
<i>Lecanora plumosa</i>	MG	ISE 52055	Submetido	-
<i>Lecanora plumosa</i>	MG	ISE 52058b	Submetido	-
<i>Lecanora plumosa</i>	MG	ISE 52070	Submetido	-
<i>Lecanora plumosa</i>	MG	ISE 52092	Submetido	-
<i>Lecanora praeferenda</i>	PE	ISE 46538*	Submetido	-
<i>Lecanora praeferenda</i>	PE	ISE 46544*	Submetido	-
<i>Lecanora praeferenda</i>	PE	ISE 46545*	Submetido	-
<i>Lecanora pseudistera</i>	MS	77811 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora pseudistera</i>	MS	77847(CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora pseudistera</i>	MS	80884 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora pseudistera</i>	PE	ISE 54369	Submetido	-
<i>Lecanora rabdotoides</i>	MG	ISE 52129	Submetido	-
<i>Lecanora rabdotoides</i>	MG	ISE 52269	Submetido	-
<i>Lecanora rabdotoides</i>	MG	ISE 52275	Submetido	-
<i>Lecanora rabdotoides</i>	MG	ISE 52278	Submetido	-
<i>Lecanora saepiphila</i>	AL	ISE 42602b*	Submetido	-

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Lecanora saepiphila</i>	AL	ISE 42612b*	Submetido	-
<i>Lecanora</i> sp.	MG	ISE 52329	Submetido	-
<i>Lecanora</i> sp.	MG	ISE 52330	Submetido	-
<i>Lecanora</i> sp.	MS	81119 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora</i> sp.	PE	ISE 46528b*	Submetido	-
<i>Lecanora</i> sp.	PE	ISE 54333*	Submetido	-
<i>Lecanora</i> sp. nov.	SP	ISE 55269	Submetido	-
<i>Lecanora subalbellina</i>	RJ	ISE 38119b*	Submetido	-
<i>Lecanora subimmergens</i>	BA	ISE 55019	Submetido	-
<i>Lecanora subimmergens</i>	MG	ISE 52192	Submetido	-
<i>Lecanora subimmergens</i>	MS	80742(CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora subimmergens</i>	MT	81795(CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora subimmersa</i>	AL	ISE 42436*	Submetido	-
<i>Lecanora subimmersa</i>	MG	ISE 51947	Submetido	-
<i>Lecanora sulfurescens</i>	BA	ISE 54190	Submetido	-
<i>Lecanora sulfurescens</i>	MT	182 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora vainioi</i>	AL	ISE 42425*	Submetido	-
<i>Lecanora vainioi</i>	MT	81566 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoplumosa</i>	MS	80503 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoplumosa</i>	MT	81903 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoplumosa</i>	PE	ISE 54384	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i>	AL	ISE 42608*	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i>	BA	ISE 40532c*	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i>	SE	ISE 46520*	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i>	SE	ISE 52392	Submetido	-
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i>	SE	ISE 52393	Submetido	-

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Lecanora xanthoverrucosa</i>	SE	ISE 52394	Submetido	-
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	BA	ISE 53872	Submetido	-
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	BA	ISE 53873	Submetido	-
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	BA	ISE 53882	Submetido	-
<i>Tephromela</i> aff. <i>atra</i>	MG	ISE 52121	Submetido	-
<i>Tephromela</i> aff. <i>vinacea</i>	MT	77088 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Tephromela</i> aff. <i>vinacea</i>	MT	81999 (CGMS, ABL)	OP881897	-
<i>Tephromela obesimarginata</i>	MG	ISE 51979	Submetido	-
<i>Tephromela</i> sp.	MG	ISE 51770	Submetido	-
<i>Tephromela vinacea</i>	PE	ISE 46534*	OP881896	-
<i>Tephromela vinacea</i>	PE	ISE 54172*	OP881895	-
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 51344b	Submetido	-
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 51589	Submetido	-
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52020	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52023	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52024	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52033	Submetido	-
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52038	Submetido	-
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52047	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52130	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52183	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52190	Submetido	Submetido
<i>Vainionora atroviridis</i>	MG	ISE 52242	Submetido	Submetido
<i>Vainionora flavovirens</i>	MG	ISE 52169	Submetido	-
<i>Vainionora flavovirens</i>	MG	ISE 52194	Submetido	-
<i>Vainionora hypocrocea</i>	MG	ISE 52084	Submetido	Submetido
<i>Vainionora hypocrocea</i>	MG	ISE 52178	Submetido	Submetido
<i>Vainionora hypocrocea</i>	MG	ISE 52196b	Submetido	-
<i>Vainionora hypocrocea</i>	MG	ISE 52267	Submetido	Submetido

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Vainionora hypocrocea</i>	MG	ISE 52277	Submetido	Submetido
<i>Vainionora hypocrocea</i>	RJ	ISE 38118*	Submetido	-
<i>Vainionora hypocrocea</i>	RJ	ISE 38121*	Submetido	-
<i>Vainionora</i> sp. nov. A	RJ	ISE 38117*	Submetido	Submetido
<i>Vainionora</i> sp. nov. B	MG	ISE 52320	Submetido	-
<i>Vainionora</i> sp. nov. C	MG	ISE 52272	Submetido	-
<i>Vainionora</i> sp. nov. D	AL	ISE 42440*	Submetido	Submetido
<i>Vainionora</i> sp. nov. D	AL	ISE 42601*	Submetido	Submetido
<i>Vainionora</i> sp. nov. D	AL	ISE 42602d*	Submetido	Submetido
<i>Vainionora</i> sp. nov. D	AL	ISE 42603*	Submetido	Submetido
<i>Vainionora</i> sp. nov. D	MT	53 (CGMS, ABL)	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	BA	ISE 54005	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	BA	ISE 54006	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	BA	ISE 54007	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	BA	ISE 54060	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52006	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52008	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52022	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52040	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52041	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52045	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52063	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52127	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52140	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52222	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52234	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52237	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52256	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52258	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52261a	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52262	Submetido	Submetido

Espécie	Estado	n° Herbário (ISE, CGMS, ABL)	ITS	mtSSU
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52276	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52316	Submetido	Submetido
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52383	Submetido	-
<i>Vainionora warmingii</i>	MG	ISE 52385	Submetido	-

Legenda: *(asterisco) material proveniente de revisão. Fonte: elaborado pelo autor (2023)

**APÊNDICE E – LISTA DE SEQUÊNCIAS UTILIZADAS NAS ANÁLISES
FILOGENÉTICAS**

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Calvitimela aglaea</i> 1	Spribille 38829	KR303634
<i>Calvitimela aglaea</i> 2	Áustria, Hafellner 70358	JN009718
<i>Calvitimela aglaea</i> 2	OL-163597	KR303637
<i>Calvitimela armeniaca</i> aff.	Áustria, Hafellner 71304	JN009709
<i>Calvitimela melaleuca</i> aff.	OL-141654	KR303640
<i>Calvitimela melaleuca</i> aff.	OL-163829	KR303641
<i>Calvitimela melaleuca</i> aff.	OL-89218	KR303642
<i>Calvitimela aglaea</i> 1	Spribille 38382	KR303633
<i>Calvitimela aglaea</i> 2	OL-160708	KR303636
<i>Calvitimela aglaea</i> 3	OL-160462	KR303631
<i>Calvitimela aglaea</i> 3	OL-160503	KR303628
<i>Calvitimela aglaea</i> 3	OL-173831	KR303630
<i>Calvitimela armeniaca</i>	Noruega, O-L-195741	KY266899
<i>Calvitimela armeniaca</i>	OL-170644	KR303639
<i>Calvitimela armeniaca</i>	OL-170675	KR303638
<i>Calvitimela cuprea</i>	O:L-179566	NR153907
<i>Calvitimela cuprea</i>	OL-173292	KR303662
<i>Calvitimela cuprea</i>	OL-179616	KR303661
<i>Calvitimela livida</i>	Noruega, O:L-163835	NR153906
<i>Calvitimela livida</i>	OL-174237	KR303654
<i>Calvitimela livida</i>	UPSL-520818	KR303656

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Calvitimela melaleuca</i>	Estados Unidos da América, Spribille 27965-B	JN009714
<i>Calvitimela melaleuca</i>	Noruega, O-L-195711	KY266838
<i>Calvitimela melaleuca</i>	Noruega, O-L-195915	KY266897
<i>Calvitimela melaleuca</i>	OL-159803	KR303644
<i>Calvitimela melaleuca</i>	OL-170490	KR303643
<i>Calvitimela perlata</i>	OL-141628	KR303652
<i>Calvitimela perlata</i>	OL-163770	KR303679
<i>Calvitimela perlata</i>	OL-170830	KR303651
<i>Calvitimela talayana</i>	Hermansson 14958	KR303666
<i>Calvitimela talayana</i>	OL-191705	KR303664
<i>Lecanora achroa</i>	Austrália, CANB:Elix 43396	JN943719
<i>Lecanora achroa</i>	Tailândia, F:Papong 6458	JN943714
<i>Lecanora achroa</i>	Tailândia, F:Papong 6995	JN943715
<i>Lecanora fimbriatula</i> aff.	Bolívia, KRAM:Flakus 27926	OL603998
<i>Lecanora aff. Vainioi</i>	Tailândia, F:Papong 6957	JN943717
<i>Lecanora aff. vainioi</i>	Tailândia, F:Papong 7120	JN943716
<i>Lecanora albella</i>	Áustria, Berger 29362	KY548044
<i>Lecanora albella</i>	República Tcheca, Malicek 7336	KY548048
<i>Lecanora albella</i>	Suíça, LIFU094-16	KX133002
<i>Lecanora alboflavida</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29124	OL604044
<i>Lecanora alboflavida</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29143	OL604042
<i>Lecanora alboflavida</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29196	OL604043
<i>Lecanora alboflavida</i>	Bolívia, KRAM:Rodriguez-Flakus 3997	OL604034
<i>Lecanora alboflavida</i>	Escócia, Coppins s.n.	KY548045

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Lecanora caesiorubella</i>	Austrália, F:Lumbsch 19094a	JN943722
<i>Lecanora caesiorubella</i>	Estados Unidos da América, F:Lumbsch 19901b	JN943727
<i>Lecanora caesiorubella</i> 3	Bolívia, KRAM:Flakus 27860	OL604000
<i>Lecanora cenisia</i>	Itália, TSB 37464	EU558540
<i>Lecanora cenisia</i>	Itália, TSB 37478	EU558541
<i>Lecanora</i> cf. <i>albella</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 26372	OL604007
<i>Lecanora neomerrillii</i>	cf. Bolívia, KRAM:Flakus 29191	OL604047
<i>Lecanora stramineoalbida</i>	cf. Bolívia, KRAM:Flakus 28312	OL603997
<i>Lecanora stramineoalbida</i>	cf. Bolívia, KRAM:Flakus 28846	OL603999
<i>Lecanora stramineoalbida</i>	cf. Bolívia, KRAM:Flakus 28854	OL604001
<i>Lecanora stramineoalbida</i>	cf. Bolívia, KRAM:Rodriguez-Flakus 3995	OL604033
<i>Lecanora stramineoalbida</i>	cf. Bolívia, KRAM:Rodriguez-Flakus 4001	OL604035
<i>Lecanora subrugosa</i>	cf. Suíça, LIFU095-16	KX133003
<i>Lecanora chlarotera</i>	Reino Unido, E:DNA:EDNA09-01509	FR799204
<i>Lecanora chlarotera</i>	Reino Unido, E:DNA:EDNA09-01525	FR799201
<i>Lecanora chlarotera</i>	Reino Unido, E:DNA:EDNA09-01554	FR799203
<i>Lecanora cinereofusca</i>	Estados Unidos da América, Lendemer 30986 (NY)	KP224469
<i>Lecanora cinereofusca</i>	Estados Unidos da América, Lendemer 34944 (NY)	KP224470

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Lecanora</i>	Estados Unidos da América, Lendemer	
<i>cinereofusca</i>	35007 (NY)	KP224471
<i>Lecanora coronulans</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29223	OL604059
<i>Lecanora coronulans</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29239	OL604009
<i>Lecanora coronulans</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29260	OL604008
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 28985	OL603986
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 28992	OL604049
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29000	OL604053
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29874	OL603982
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29875	OL604010
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29888	OL603981
<i>Lecanora ecoronata</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29892	OL603983
<i>Lecanora expersa</i>	Rússia, Malicek 9624	KY548053
<i>Lecanora expersa</i>	Rússia, Malicek 9625	KY548054
<i>Lecanora expersa</i>	Ucrânia, Malicek 8235	KY548036
<i>Lecanora farinacea</i>	Austrália, F:Lumbsch 20003	JN943725
<i>Lecanora farinacea</i>	Austrália, Lumbsch 19971b	JN943726
<i>Lecanora farinacea</i>	U. Trinkaus 113 (GZU)	AY541262
<i>Lecanora farinacea</i>	U. Trinkaus 115 (GZU)	AY541261
<i>Lecanora farinaria</i>	Noruega, Palice 20106	KY548042
<i>Lecanora farinaria</i>	Noruega, Tonsberg 46170	KY548043
<i>Lecanora flavopallida</i>	Austrália, F: Lumbsch 19972d	JN943723
<i>Lecanora flavopallida</i>	Austrália, F:Lumbsch 20031a	JN943724
<i>Lecanora hybocarpa</i>	Lumbsch s.n. (F)	EF105412
<i>Lecanora</i>		
<i>orientoafricana</i>	Quênia, F:Kirika 2205	NR120113
<i>Lecanora</i>		
<i>orientoafricana</i>	Quênia, Kirika 2205 (F)	JQ900619
<i>Lecanora parachroa</i>	Brazil, J.G. Cavalcante 46546	NR173294
<i>Lecanora paramerae</i>	Lumbsch s.n. (F)	EF105413
<i>Lecanora pulicaris</i>	Canadá, BIOUG24047-E12	KT695312

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Lecanora pulicaris</i>	Finlândia, Malicek 9484	KY548052
	Estados Unidos da América, Lendemer	
<i>Lecanora saxigena</i>	25832 (NY)	KP224467
	Estados Unidos da América, Lendemer	
<i>Lecanora saxigena</i>	32825 (NY)	KP224466
	Estados Unidos da América, Lendemer	
<i>Lecanora saxigena</i>	33186 (NY)	KP224468
<i>Lecanora sp. 2</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 27292	OL604005
<i>Lecanora sp. 2</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29216	OL604060
<i>Lecanora sp. 2</i>	Bolívia, KRAM:Flakus 29902	OL603984
	Suécia, Västergötland; Arup L97580 (hb.	
<i>Lecanora subcarnea</i>	Arup)	AY398705
<i>Lecanora subcarnea</i>	U. Arup L97580 (Arup priv.herb.)	AY541267
<i>Lecanora subrugosa</i>	Áustria, Arup L98188 (hb. Arup)	AY398711
<i>Lecanora substerilis</i>	Ucrânia, Malicek 8209	KY548037
<i>Lecanora tropica</i>	Fiji, F:Lumbsch 19844	JN943721
<i>Lecanora tropica</i>	Quênia, F:Lumbsch 19573a	JN943718
<i>Lecanora tropica</i>	Tailândia, F:Papong 6440	JN943720
<i>Mycoblastus affinis</i>	Canadá, Spribille & Wagner s.n., 2009	JN009722
<i>Mycoblastus affinis</i>	China, Goffinet 10030	JN009721
<i>Mycoblastus sanguinarioides</i>	Japão, Ohmura 5996	JN009724
<i>Mycoblastus sanguinarioides</i>	Japão, Ohmura 6740	JN009723
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	Rússia, Spribille 23583	JN009726
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	Suécia, Muggia s.n., tsb-38893	JN009725
<i>Tephromela aff. atra</i>	Áustria, Muggia & Hafellner (tsb)	KF712208

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Tephromela aff. atra</i> 1	Áustria, Muggia & Hafellner (tsb)	KF712209
<i>Tephromela aff. atra</i> 1	U. Arup L97376 (Arup priv. herb.)	AY541279
<i>Tephromela aff. atra</i> 2	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712237
<i>Tephromela aff. atra</i> 2	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712239
<i>Tephromela aff. atra</i> 2	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712242
<i>Tephromela aff. atra</i> 3	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712233
<i>Tephromela aff. atra</i> 3	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712235
<i>Tephromela aff. atra</i> 4	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712256
<i>Tephromela aff. atra</i> 4	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712257
<i>Tephromela aff. atra</i> 4	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712258
<i>Tephromela aff. atra</i> 4	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712260
<i>Tephromela aff. atra</i> 4	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712261
<i>Tephromela aff. atra</i> 4	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712263
<i>Tephromela aff. atra</i> 5	Nova Zelândia, Wedin M. 9018 (s)	KF712255
<i>Tephromela aff. atra</i> 6	Austrália, Elix 39844	KF712251

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Tephromela aff. atra</i> 6	Nova Zelândia, Muggia (GZU)	KF712262
<i>Tephromela aff. atra</i> 7	Peru, Perez-Ortega 1469	KF712246
<i>Tephromela aff. atra</i> 7	Peru, Perez-Ortega 1470	KF712245
<i>Tephromela aff. atra</i> 8	Peru, Perez-Ortega 1453	KF712248
<i>Tephromela aff. atra</i> 8	Peru, Perez-Ortega 1454	KF712249
<i>Tephromela aff. atrocaesia</i>	Peru, Perez-Ortega 1455 (GZU)	KF712203
<i>Tephromela aff. atrocaesia</i>	Peru, Perez-Ortega 1457 (GZU)	KF712204
<i>Tephromela aff. atrocaesia</i>	Peru, Perez-Ortega 1458 (GZU)	KF712205
<i>Tephromela alectoronica</i>	Austrália, Elix 43472	KF712252
<i>Tephromela arafurensis</i>	Austrália, Elix 37763	KF730635
<i>Tephromela atra</i>	Bulgaria, Atanassanova 010402 (GZU)	KF730529
<i>Tephromela atra</i>	Espanha, Perez-Ortega 1356 (GZU)	KF730581
<i>Tephromela atra</i>	Espanha, Perez-Ortega 1481 (GZU)	KF730592
<i>Tephromela atra</i>	Espanha, Perez-Ortega 1484 (GZU)	KF730594
<i>Tephromela atra</i>	Finlândia, H gnabba 2076 (H)	KF730536
<i>Tephromela atra</i>	Finlândia, H gnabba 2078 (H)	KF730537
<i>Tephromela atra</i>	Finlândia, H gnabba 2079 (H)	KF730534
<i>Tephromela atra</i>	França, Grube (GZU)	KF730539
<i>Tephromela atra</i>	França, Grube (GZU)	KF730543
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181173
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181175

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181182
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181188
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181190
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181193
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181194
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181198
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181200
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181210
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181211
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181213
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181215
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, L. Muggia & A. Rorher	KX181216
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, TSB37922	EU558686
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, TSB37924	EU558688
<i>Tephromela atra</i>	Grécia, TSB37930	EU558690
<i>Tephromela atra</i>	Irlanda, Mayrhofer 19215	KF730544
<i>Tephromela atra</i>	Itália, Muggia (GZU)	KF730557
<i>Tephromela atra</i>	Itália, Muggia (GZU)	KF730561
<i>Tephromela atra</i>	Itália, Muggia (GZU)	KF730566
<i>Tephromela atra</i>	Itália, Muggia (GZU)	KF730568
<i>Tephromela atra</i>	Itália, TSB37121	EU558649
<i>Tephromela atra</i>	Reino Unido, Perez-Ortega 1629 (GZU)	KF730628
<i>Tephromela atra</i>	Reino Unido, Perez-Ortega 1633 (GZU)	KF730625
<i>Tephromela atra</i>	Reino Unido, Perez-Ortega 1640 (GZU)	KF730632
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareae</i>	Grécia, TSB37909	EU558679
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareae</i>	Grécia, TSB37910	EU558680
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareae</i>	Grécia, TSB37912	EU558681

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37456	EU558659
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37461	EU558660
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37936	EU558605
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37937	EU558606
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37940	EU558609
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37942	EU558614
<i>Tephromela atra</i> var. <i>calcareo</i>	Itália, TSB37943	EU558615
<i>Tephromela atra</i> var. <i>torulosa</i>	Itália, TSB37125	EU558651
<i>Tephromela atra</i> var. <i>torulosa</i>	Itália, TSB37472	EU558664
<i>Tephromela atra</i> var. <i>torulosa</i>	Itália, TSB37946	EU558645
<i>Tephromela atra</i> var. <i>torulosa</i>	Itália, TSB38697	EU558618
<i>Tephromela atra</i> var. <i>torulosa</i>	Reino Unido, E:DNA:EDNA09-02098	FR799294
<i>Tephromela</i> <i>atrocaesia</i>	Chile, Perez-Ortega 1194 (GZU)	KF712201
<i>Tephromela</i> <i>atrocaesia</i>	Chile, Perez-Ortega 1199 (GZU)	KF712202
<i>Tephromela</i> <i>follmannii</i>	Espanha, Tafner R. (GZU)	KF730616

Espécie	Voucher	Número de acesso - ITS
<i>Tephromela follmannii</i>	Espanha, Tafner R. (GZU)	KF730617
<i>Tephromela grumosa</i>	Itália, TSB37081	EU558637
<i>Tephromela grumosa</i>	Itália, TSB38686	EU558625
<i>Tephromela grumosa</i>	Itália, TSB38687	EU558626
<i>Tephromela nashii</i>	AFTOL-ID 1328	HQ650607
<i>Tephromela nashii</i>	AFTOL-ID 780	HQ650606
<i>Tephromela nashii</i>	Estados Unidos da América, Wetmore 73995 (MSC0074769)	KF712200
<i>Tephromela pacifica</i>	Estados Unidos da América, 43077 BG	KX181230
<i>Tephromela pacifica</i>	Estados Unidos da América, 43077 BG	KX181231
<i>Tephromela pacifica</i>	Estados Unidos da América, Bjork 22123	KF712216
<i>Tephromela pertusarioides</i>	Rússia, Spribille 31797	JN009730
<i>Tephromela pertusarioides</i>	Rússia, Yakovchenko T127	KF712244
<i>Tephromela physodica</i>	Austrália, Elix 38159	KF730634
<i>Tephromela physodica</i>	Áustria, J. Hafellner 53025 (GZU)	AY398699
<i>Violella fucata</i>	Alemanha, Spribille 32112	JN009732
<i>Violella fucata</i>	Eslovênia, Spribille 30276	JN009733
<i>Violella fucata</i>	Suíça, WSL:BC-109-4	KX132968
<i>Violella wangii</i>	China, Goffinet 10029	JN009734
<i>Violella wangii</i>	China, Goffinet 10033	JN009735
<i>Violella wangii</i>	China, KUN:Goffinet 10029	NR132859

APÊNDICE G – FOUR NEW SPECIES OF *TEPHROMELA* (ASCOMYCOTA, TEPHROMELATACEAE), THREE CONTAINING LICHEXANTHONE, FROM BRAZIL AND MEXICO – PUBLICADO NA CRYPTOGRAMIE MYCOLOGIE.

Lidiane Alves dos SANTOS¹, André APTROOT², Maria Fernanda de SOUZA², Robert LÜCKING³, Jorge GUZMÁN-GUILLERMO⁴ & Marcela Eugenia da Silva CÁCERES⁵

L. A. Santos¹: Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Micologia, Recife, Pernambuco, Brazil.

A. Aptroot²: Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Avenida Costa e Silva, s/n Bairro Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil.

M. F. SOUZA²: Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Avenida Costa e Silva, s/n Bairro Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil.

R. LÜCKING³: Botanischer Garten, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 6–8, 14195 Berlin, Germany.

J. GUZMÁN-GUILLERMO⁴: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Carretera Peñuela-Amatlán Kilómetro 177, 94500 Córdoba, Ver., México.

M. E. S. CÁCERES^{*5}: Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biociências, CEP: 49500-000, Itabaiana, Sergipe, Brazil.

*mscaceres@ hotmail.com (Corresponding author)

ABSTRACT

Four new species of *Tephromela* M. Choisy are described. Three are corticolous species from Brazil: *T. multireflexa* Aptroot & M.F. Souza, sp. nov., collected in the Chapada dos Guimarães, municipality of Cuiabá, a Cerrado region in the state of Mato Grosso; *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., collected in Caraça, in Campo rupestre in Minas Gerais state; and *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov., collected in the Parque Nacional Vale do Catimbau, municipality of Buíque, a Caatinga region in the state of Pernambuco, with additional specimens from Mato Grosso do Sul. All are somewhat similar to *T. atra* (Huds.) Hafellner in morphological and anatomical features but differ chiefly in secondary chemistry, as well as partially in ascospore dimensions and substrate ecology: lichexanthone in the apothecial margins and α -collatolic acid in the medulla of the apothecial margin in *T. multireflexa* Aptroot & M.F. Souza, sp. nov.; lichexanthone in the thallus and the (unevenly thickened) apothecial margin in *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov.; and fatty acids in *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov.. Molecular data for *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov. and *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., demonstrate that they are not closely related to *T. atra* but form part of a previously unrecognized clade apparently restricted to South America, several of them remaining undescribed. A further new, saxicolous species, *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo, sp. nov., is described from Brazil and Mexico; it is similar to *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., and *T. velloziae* Kalb in producing lichexanthone in the thallus and apothecial margins, but differs in its substrate ecology and in having an areolate thallus. Two additional species described from Brazil are here combined into the

genus, as *T. carassensis* (Vain.) Aptroot & Lücking and *T. epichlorina* (Vain.) Aptroot & Lücking. A key is given to the 17 *Tephromela* species now known from Brazil.

KEYWORDS

Phylogeny, ITS, lichenized fungi, cryptic species, taxonomy

RÉSUMÉ

Quatre nouvelles espèces de *Tephromela* M. Choisy sont décrites. Trois sont des espèces corticoles du Brésil : *T. multireflexa* Aptroot & M.F. Souza, sp. nov., recueilli dans la Chapada dos Guimarães, municipalité de Cuiabá, une région du Cerrado dans l'état du Mato Grosso ; *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., collecté à Caraça, à Campo rupestre dans l'état de Minas Gerais ; et *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov., collecté dans le Parque Nacional Vale do Catimbau, municipalité de Buíque, une région de Caatinga dans l'état de Pernambuco, avec des spécimens supplémentaires du Mato Grosso do Sul. Tous sont similaires à *T. atra* (Huds.) Hafellner en termes de caractéristiques morphologiques et anatomiques, mais diffèrent principalement par des métabolites secondaires, ainsi que partiellement par les dimensions des ascospores et l'écologie du substrat : lichexanthone dans les marges apothéciales et acide α -collatolique dans la médulla de la marge apothéciale chez *T. multireflexa* Aptroot & M.F. Souza, sp. nov.; lichexanthone dans le thalle et la marge apothéciale (inégalement épaissie) chez *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov.; et des acides gras dans *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov.. Les données moléculaires pour *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov et *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov.,

démontrent qu'ils ne sont pas étroitement apparentés à *T. atra* mais font partie d'un clade précédemment non reconnu apparemment limité à l'Amérique du Sud, plusieurs d'entre eux restant non décrits. Une autre espèce nouvelle saxicole, *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo, sp. nov., est décrit du Brésil et du Mexique; il est similaire à *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., et *T. velloziae* Kalb dans la production de lichexanthone dans le thalle et les marges apothéciales, mais diffère par son écologie de substrat et par son thalle aréolé. Deux espèces supplémentaires décrites du Brésil sont ici combinées dans le genre: *T. carassensis* (Vain.) Aptroot & Lücking et *T. epichlorina* (Vain.) Aptroot & Lücking. Une clé est donnée aux 17 espèces de *Tephromela* actuellement connues du Brésil.

MOTS CLÉS

Phylogénie, ITS, champignons lichénisés, espèces cryptiques, taxonomie

INTRODUCTION

The genus *Tephromela* M. Choisy was proposed by Choisy (1929) to accommodate the species known as *Lecanora atra* (Huds.) Ach., characterized by a dark purple hymenium and straight conidia. The genus name was largely neglected until Hafellner (in Kalb 1983) proposed the formal combination *Tephromela atra* and subsequently proposed the new family *Tephromelataceae* Hafellner for it, based on characteristics of the ascus type (Hafellner 1984). He included in the family all species with large, lecanorine apothecia with purple hymenium and hypothecium and presumably with *Bacidia*-type asci. Currently, the family comprises four genera, *Calvitimela* Hafellner, *Mycoblastus* Norman, *Tephromela*, and *Violella* T. Sprib. (Spribille *et al.* 2011; Lücking *et al.* 2017).

Within *Tephromelataceae*, *Tephromela* is characterized by (*Lecidella*-)*Biatora*-type asci with weakly amyloid walls, ascospores with simple walls, produced in numbers of 8 per ascus, and stout paraphyses with thin anastomoses (Spribille *et al.* 2011; Kantvilas 2015). In these characters, it largely agrees with *Calvitimela*, which differs chiefly in the *Lecanora*-type asci (Spribille *et al.* 2011). *Tephromela* has a cosmopolitan distribution [<https://www.gbif.org/species/2606691>], its species being found on various substrata in different habitats and exhibiting a high level of fine-scaled morphological and chemical variation (Muggia *et al.* 2014; Cestaro *et al.* 2016).

Most species of *Tephromela* are recognized through morphological and/or chemical characters (Fryday 2011; Elix 2012, 2013; Kantvilas 2015; Kantvilas & Elix 2017). However, global sampling has revealed many problems in defining species based only on phenotype, particularly in the *T. atra* morphodeme, as showed by Muggia *et al.* (2014). Material fitting the general morphology of *T. atra*, *i.e.*, with a whitish thallus, rather large apothecia with white margins and black, glossy disc, and purple hymenium, has traditionally been identified with this name, regardless its habitat and substrate ecology, anatomical characters, such as ascospore size, and secondary chemistry. However, the combination of molecular phylogeny with ecology, morphology and secondary metabolites has been shown to be an effective tool in the definition of species within *Tephromela* (Cestaro *et al.* 2016; Fryday 2019), characterizing *T. atra* s.str. as a saxicolous lichen producing aletronic and α -collatolic acid.

Here we describe three new, corticolous species of *Tephromela* from Brazil and one new saxicolous species from Mexico and Brazil. While agreeing with *T. atra* in general morphology, they differ in secondary chemistry, three of them producing

lichexanthone and one fatty acids in addition to alectoronic acid and atranorin.

Molecular data obtained for two of the new species demonstrate that they are not closely related to *T. atra*, but belong to a separate clade of taxa apparently restricted to South America.

MATERIALS AND METHODS

SAMPLING

Tephromela species were collected over the past few years by the authors, during field expeditions to several areas in Brazil and Mexico. In general, as the thalli tend to be quite large, each collection consists of (part of) a thallus. Material was air dried and preserved in paper packets.

MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL METHODS

Morphological examination was performed with an Olympus SZX7 dissecting microscope and images were taken with a Nikon Coolpix 995 camera. Anatomical sections were hand-made, mounted and studied in water, 5% KOH (K) and/or Lugol's iodine (1% IKI) after pre-treatment with KOH (IKI). Microscopic photographs were prepared using an Olympus BX50 compound microscope with Nomarski interference contrast and a Nikon Coolpix 995 camera.

The specimens were tested with UV light ($\lambda 365$ nm), and spot reactions of KOH (K), paraphenylenediamine (Pd) and calcium hypochlorite (C). Thin layer chromatography followed White & James (1985), Huneck & Yoshimura (1996), and Orange *et al.* (2001).

MOLECULAR METHODS

Sequences of the ITS fungal barcoding locus were generated for four specimens. Apothecial fragments were transferred to a 1.5 ml reaction tube and stored at -20 °C. Subsequently, genomic DNA was extracted using the Wizard® Genomic DNA Purification Kit (Promega), following the leaf extraction protocol. The primers used were ITS1f (Gardes & Bruns 1993) and ITS4a (Larena *et al.* 1999) for amplification of the targeted locus. For PCR reactions, we used the REDExtract-N-Amp Plant PCR Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, EUA) following the manufacturer's protocol. PCR was performed as in Zhao *et al.* (2016). Successfully amplified products were purified using kit Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up (Promega) and sequenced by the genetics laboratory at the Universidade Federal de Pernambuco.

PHYLOGENETIC ANALYSES

The newly generated sequences were added to a set of ITS sequences downloaded from GenBank, representing all of *Tephromelataceae* and all available sequences of *Tephromela*, for a total of 140 terminals (Table 1). Sequences were first assembled and edited manually using BioEdit 7.2.0 (Hall 1999) and then aligned using MAFFT 7 (Katoh *et al.* 2009; Katoh 2013), and the alignment was subsequently inspected manually. The alignment (Supplementary File S1) had a length of 612 bases and only few columns showed minor degrees of alignment ambiguity, hence these were not removed. Maximum likelihood analyses were performed using RAxML v8.1.11 (Stamatakis 2006), with GTRGamma and 1000 bootstrap replicates.

Results and Discussion

PHYLOGENY

The ITS-based tree of *Tephromelataceae* separated the core genera on moderately (*Mycoblastus*: 63%) to strongly supported branches (*Calvitimela* s.str.: 95%; *Violella*:

91%; *Tephromela*: 96%); however, the *C. aglaea* clade (strongly supported at 91%) fell outside *Calvitimela* s.str. (**Fig. 1A**), reflecting the topology of the three-marker set analyzed by Spribille *et al.* (2011). Three further species, not included in the study by Spribille *et al.* (2011), also fell outside these genera, namely *C. perlata* (Haugan & Timdal) R. Sant., *C. talayana* (Haugan & Timdal) M.P. Andreev, and *Tephromela physodica* Kalb (**Fig. 1A**). This suggests that the genus-level classification in the family is not yet settled.

The ITS marker did not result in a supported backbone for *Tephromela*, although the clade including *T. atra* s.str., as part of a larger complex, was well-supported with 95% (**Fig. 1B**). *Tephromela alectoronica* Kalb from Australia was recovered as supported sister (70%) to all other sequenced species, and *T. pertusarioides* (Degel.) Hafellner & Cl. Roux as supported sister (70%) to the *T. atra* complex (**Fig. 1B**). All other species represent early emerging clades within the genus, with a partly supported, partly unsupported backbone, including eight lineages identified as *T. atra* but obviously not representing that species. Of these, one is from Europe (aff. *atra* 1), five are from Australia or mostly New Zealand (aff. *atra* 2–6), and two are from Peru (aff. *atra* 7–8; see **Table 1**).

All sequenced Brazilian material fell in a strongly supported clade (97%) containing also an undescribed species (aff. *atra* 8) from lowland Peru (**Fig. 1B**). The clade was well-supported throughout, suggesting a structured diversification in lowland South America. The corticolous habit and the presence of lichexanthone or other substances support the notion that the Brazilian specimens do not represent *Tephromela atra* and they are therefore described as new species below.

Tephromela vinacea L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov., is thereby characterized by the presence of alectoronic acid, atranorin and fatty acids. Fatty

acids were first reported as unusual substances for the genus in Muggia *et al.* (2014). Subsequently, Cestaro *et al.* (2016) used them as one of the criteria to describe *T. pacifica* Björk & Muggia. Despite the chemical similarity, the Brazilian specimen was positioned in a clade distant from the latter. *Tephromela obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., is chemically characterized by the production of lichexanthone. Lichexanthone was reported for the first time in the genus from *T. velloziae* by Kalb (1984). That species has not yet been sequenced, but *T. obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., has distinctly longer ascospores and thicker apothecial margins and also differs in substrate (see below). Notably, the lineage identified as *T. aff. vinacea*, with a single accession from Brazil, is conspecific with other Brazilian material which Kalb (2008) had originally assigned to *T. alectoronica*, a new species described by him based on type material from Australia. The accession representing the early diverging lineage within *Tephromela* originates from Australia (Muggia *et al.* 2014) and appears to represent that taxon, although Muggia *et al.* (2014) reported methyl-alectoronic acid for that material. The Brazilian material is apparently something else and not closely related to the Australian taxon. Our data thus corroborate that ITS provides good resolution for species delimitation in the genus *Tephromela* (and *Tephromelataceae* as a whole), and the limited data thus far available indicate that tropical material from South America, but also material from Australasia, represents numerous previously unrecognized lineages.

TAXONOMY: the new species

Family *TEPHROMELATACEAE* Hafellner

Genus *Tephromela* M. Choisy

Tephromela multireflexa Aptroot & M.F. Souza, sp. nov. (**Fig. 2A, B**)

Similar to Tephromela atra, but corticolous and differing in the apothecium thalline margin containing lichexanthone in the cortex and α -collatolic acid in the medulla.

MYCOBANK. — MB 846314

TYPE. — **Brazil**, Mato Grosso, Cuiabá, Chapada dos Guimarães, Pousada do Parque private area, alt. 700 m, 15°26'50"S, 55°49'50"W, on bark, 12–19.IX.2020, A. Aptroot & M.F. Souza 81950 (holo-, CGMS; iso-, ABL).

CHEMISTRY. — Thallus UV–, C–, P–, K–, apothecium margin UV+ yellow, apothecium medulla UV+ bluish-green. With lichexanthone (apothecial margins) and α -collatolic acid detected by TLC.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION. On exposed tree branch in Cerrado forest; known only from the type collection from Brazil.

ETYMOLOGY. — The name refers to the two different UV-reflectant colours.

DESCRIPTION

Thallus crustose, mineral to greenish-grey, rimose to areolate, minutely verrucose, somewhat glossy, c. 0.3 mm thick, areoles 0.05–0.2 mm diam. Prothallus absent.

Photobiont an unicellular green alga, arranged in one layer below the cortex.

Apothecia present, sessile, roundish to lobate, homogeneously distributed on the thallus. Disk black, 0.5–2.5 mm in diam., flat to slightly convex, epruinose. Thalline margin concolorous with the thallus, glossy, c. 0.3 mm wide, raised above the level of the disk, minutely crenate. Proper exciple thickest at the base, becoming thinner at

the edges, hyaline. Exciple with crystals that after treatment with K partly dissolve. Hymenium c. 90–180 µm thick, blue, colour in K unchanged. Subhymenium 50–70 µm thick, dark blue, in K dark purple. Epihymenium dark purple, pigment in K dissolving leaving the blue of the hymenium. Paraphyses simple, septate, 2–3 µm wide, with 4–6 µm wide hyaline apical cells, surrounded by lilac pigmented gel. Hypothecium 0–80 µm thick, pale yellow, intensifying orange yellow in K. Asci slightly clavate, 70–55 µm tall, 8-spored. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, 14–16 × 5–6.5 µm, wall 1 µm thick. Pycnidia not observed.

DISCUSSION

The substance α -collatolic acid is commonly occurring in the genus *Tephromela*, while lichexanthone is so far only reported from *T. velloziae*. In that species, and in two further species described below, lichexanthone occurs in the thallus and the apothecium margins, not only in the thallus. The new species is the first in the genus that combines both lichexanthone and α -collatolic acid.

Tephromela obesimarginata

L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, *sp. nov.*

(Fig. 2C, D Fig. 3A, B)

MYCOBANK. — MB 846315

GENBANK. — OP881898

Similar to Tephromela velloziae but corticolous and differing in the unevenly thickened thalline apothecium margin and the larger ascospores.

TYPE. — **Brazil**. Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, alt. 1200–1400 m, 20°06'S, 43°29'W, on tree bark, 17–25.V.2021, *L.A. Santos & A. Aptroot* (holo-, ISE[ISE52321]; iso-, CGMS).

ADDITIONAL SPECIMENS EXAMINED. — **Brazil**. Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, alt. 1200–1400 m, 20°06'S, 43°29'W, on tree bark, 17–25.V.2021, *L.A. Santos & A. Aptroot* 52143, 52312, 52309 (ISE, CGMS).

CHEMISTRY. —Thallus UV+ yellow, C–, P–, K–, apothecium margin UV+ yellow. With lichexanthone.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION.— On exposed trees in Campo rupestre vegetation in SE Brazil; known only from Brazil.

ETYMOLOGY. —The species is named after the irregularly thickened, plump, thalline apothecium margin.

DESCRIPTION

Thallus crustose, whitish to pale ochraceous-grey, rimose to areolate, verrucose, somewhat glossy, c. 0.1 mm thick. Prothallus absent. Photobiont an unicellular green alga, arranged in one layer below the cortex, algal layer c. 50 µm high. Apothecia always present, sessile, roundish, homogeneously distributed on the thallus, with unevenly crenate, irregularly thickened margin. Disk black, 0.7–2 mm in diam., flat to somewhat concave or saddle-shaped, epruinose. Thalline margin concolorous with the thallus, c. 0.2–0.6 mm wide, raised above the level of the disk (100–150 µm). Proper exciple thickest at the base, becoming thinner at the edges, pale to intense yellow-brown, intensifying yellow in K. Exciple with crystals that after treatment with K partly or completely dissolve. Hymenium c. 100–150 µm thick, violet, K+ greenish-grey. Epithymenium violet, K+ greenish-grey. Paraphyses simple, septate, 2–3 µm

wide, with 3–5 μm wide hyaline apical cells, surrounded by violet pigmented gel. Hypothecium 100–150 μm thick, violet, K+ greenish-grey, with a narrow golden-brown band below the hymenium (25–50 μm thick). Asci slightly clavate, 50–75 μm tall, 8-spored. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, 14–16 $\times$ 6.5–7.5 μm . Pycnidia black. Conidia not observed.

DISCUSSION

The new species somewhat resembles *Tephromela velloziae*, but differs in the irregularly thickened apothecium margin, the larger ascospores (14–16 $\times$ 6.5–7.5 μm vs. 9–12 $\times$ 5–7 μm), and the corticolous habit.

Tephromela vinacea

L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, *sp. nov.*

(Fig. 2E, F; Fig. 3C, D)

Similar to Tephromela atra but corticolous and differing in the presence of a fatty acid, and in the wine-red pigment in the upper hymenium and epihymenium.

MYCOBANK. — MB 846316

GENBANK. — OP881896

TYPE. — **Brazil**. Pernambuco, Buíque, Parque Nacional Vale do Catimbau, alt. 745 m, 8°30'41"S, 37°16'37"W, on bark of tree, 13–15.VIII.2017, L.A. Santos *s.n.* ISE[ISE46534].

ADDITIONAL SPECIMENS EXAMINED. — **Brazil**. Pernambuco, Buíque, Parque Nacional Vale do Catimbau, alt. 745 m, 8°29'49"S, 37°18'02"W, on bark of tree, 13–15.VIII.2017, L.A. Santos *s.n.* ISE[ISE54172]. **Mato Grosso do Sul**. Fazenda Marambaia, Bonito, alt. 650 m, 20°58'S, 56°42' W, on wood, 30.X.2018, A. Aptroot

77088 (ABL; CGMS); Fazenda Santa Fé, Jardim; alt. 650 m, 21°32'S, 56°45'W, on bark of tree, 02.XI.2018, *A. Aptroot* 77478 (ABL; CGMS); Bonito, outskirts, near tower, alt. 475 m, 21°07'44"S, 56°30' 41"W, on bark of tree, 09.XI.2018, *A. Aptroot* 78049 (CGMS).

CHEMISTRY. — Apothecia and medulla UV+ greenish white, C–, P–, K–. Alecoronic acid, atranorin and an unknown hydrophobic substance detected by TLC. This unidentified fatty acid has an R_f value of 18 in solvent C.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION. — On exposed tree branch in Caatinga vegetation in NE Brazil and on trees and especially wooden poles in Cerrado in S Brazil; known only from Brazil, but probably occurring in adjacent countries.

ETYMOLOGY. — The species is named after the *wine-red* pigmented gel that surrounds the paraphyses.

DESCRIPTION

Thallus crustose, whitish to pale ochraceous-grey, rimose to areolate, minutely verrucose, somewhat glossy, c. 0.1 mm thick. Prothallus black to greyish-white or absent. Photobiont an unicellular green alga, arranged in one layer below the cortex, algal layer 37–70 µm high. Apothecia always present, sessile, roundish, homogeneously distributed on the thallus, with somewhat unevenly crenate, sometimes lobate margin. Disk black, 0.5–2 mm in diam., flat to slightly convex, epruinose. Thalline margin concolorous with the thallus, c. 0.3 mm wide, raised above the level of the disk (100–125 µm). Proper exciple thickest at the base, becoming thinner at the edges, pale to intense yellow-brown, intensifying yellow in K. Exciple with crystals that after treatment with K partly or completely dissolve. Hymenium c. 63–100 µm thick, pale wine red. Epihymenium dark wine red, K+

intensifying wine red. Paraphyses simple, septate, 2–3 μm wide, with 4–6 μm wide hyaline apical cells, surrounded by wine red pigmented gel. Subhymenium 37.5–50 μm thick, brown. Hypothecium 62–87.5 μm thick, golden brown. Asci slightly clavate, 40–55 μm tall, 8-spored. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, 10–13 $\times$ 5–8 μm . Pycnidia black. Conidia rod-shape, 12.5–15 $\times$ 1 μm .

DISCUSSION. — The new species superficially resembles *Tephromela atra*, but differs in secondary chemistry and is not closely related to the latter phylogenetically (**Fig. 1B**). Fatty acids were first reported for the genus in Muggia (2014). At the time, the authors did not describe the material as a new taxon and questioned the application of chemical characters in the delimitation of species within the genus. Subsequently, based on the presence of fatty acid, Cestaro *et al.* (2016) described *T. pacifica*. Kantvilas *et al.* (2015) and Kantvilas & Elix (2017) also recently used chemical patterns to describe new species with unique chemistry. The metabolite found in our species is a fatty acid, as reported by Cestaro *et al.* 2016, but has a chemical standard, with *rf* 18 in solvent C, different from that found by Cestaro *et al.* (2016) with a *rf* value of 50.

Most similar to the new species are *T. alectoronica*, described from Australia but in the protologue also reported from Brazil, and *T. rhizophorae* Kalb, described from Brazil. Both lack fatty acids but contain traces of physodalic acid instead. The ascospores of *T. rhizophorae* are distinctly smaller (8–10 $\times$ 5–6 μm) whereas those of *T. alectoronica* are only slightly larger (12–17 $\times$ 6–9 μm). Thus, without co-chromatography, *T. vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov., and *T. alectoronica* are difficult to distinguish. The specimen clustering as sister to *T.*

vinacea L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov., and here named *T. aff. vinacea* (**Fig. 1B**) is of interest in this respect. It presents a UV+ greenish white fluorescence, although alectoronic acid was not clearly detectable with TLC. It was collected at one of the localities where Kalb (2008) originally reported material identified as *T. alectoronica* (Chapada dos Guimarães, Mato Grosso). Thus, Kalb's material might be conspecific with this sequenced specimen, which would imply that the Brazilian material of *T. alectoronica* is not that species but is represented by the clade here named *T. aff. vinacea*, quite distant from the Australian *T. alectoronica* (**Fig. 1B**). However, given that the underlying specimen is rather small and the chemistry could not be determined with certainty, we refrain from any formal conclusions in this case.

Tephromela xanthonica

Guzmán-Guillermo, sp. nov.

(**Fig. 2G, H; Fig. 3E, F**)

MYCOBANK MB 846317

Similar to Tephromela velloziae, differing in its saxicolous ecology and its areolate thallus.

TYPE: Mexico. Veracruz, Municipality of Las Vigas de Ramírez, locality of Volcancillo, alt. 2300 m, 19°37'00.5"N, 97°04'01.0"W, on volcanic rock, IX.2020, *Cárdenas-Mendoza* (holo-, XALU[XALU1413]; para-1414, 1415, 1416, 1417)

ADDITIONAL SPECIMENS EXAMINED. — **Brazil**. Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, alt. 1200–1400 m, 20°06'S, 43°29'W, on sandstone, 17–25.V.2021, L.A. Santos & Aptroot 52016, 52057 (ISE; CGMS).

CHEMISTRY. — Thallus UV+ yellow, C–, P–, K–, apothecium margin UV+ yellow. With lichexanthone.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION. — On exposed volcanic rock associated with *Pinus* forest in Volcancillo, Veracruz, and on sandstone in Campo rupestre in Caraça, Minas Gerais, Brazil; known from Brazil and Mexico.

ETYMOLOGY. — The name refers to its chemistry.

DESCRIPTION

Thallus crustose, mineral to greenish-grey, rimose to verrucose, somewhat glossy, c. 0.3 mm thick, areoles 0.5–1 mm diam. Prothallus absent. Photobiont an unicellular green alga, arranged in one layer below the cortex. Apothecia present, sessile, roundish to lobate when old, numerous on the center of the thallus. Disk black, 0.5–2.5 mm in diam., flat to slightly convex, epruinose. Thalline margin concolorous with the thallus, glossy, 0.15–0.18 mm wide, raised above the level of the disk, minutely crenate, with motes of white pruina when young. Proper exciple thickest at the base (50–60 μ m), becoming thinner at the edges, intense yellow-brown. Hymenium c. 100–130 μ m thick, pigment reddish purple, K+ purple. Subhymenium 80–90 μ m thick, purple pigmented, dark purple in K. Epihymenium reddish-purple, pigment K+ purple. Paraphyses simple, septate, surrounded by dark red pigmented gel. Hypothecium 0–60 μ m thick, with similar colorations as the hymenium. Asci slightly

clavate, 65–55 µm tall, 8-spored. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, 9–13 × 5–6 µm, wall 1–2 µm thick. Pycnidia not observed.

DISCUSSION

Tephromela velloziae was described as containing lichexanthone and it also agrees in ascospore size (Kalb, 1984). The isotypes Kalb, 349 (B600157687; B600093712) in Herbarium Berolinense (B; digital material consulted in BiNHum, 2021), referred to in the original description (Kalb, 1984), differ morphologically and in ecology from the new species. They have a verrucose thallus without areoles, in contrast to the areolate thallus of *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo, sp. nov., Also, *T. velloziae* grows on dead stems of a semi-woody herb in semi-arid Caatinga vegetation, whereas *T. xanthonica* Guzmán-Guillermo, sp. nov., is a saxicolous species, found growing on sandstone and on volcanic rock between species of *Cladonia*, *Stereocaulon*, *Rhizocarpon*, and other unidentified crustose lichens, in temperate to tropical montane ecosystem, including *Pinus* forest at 2250–2300 m in Mexico and campos rupestres at 1200–1400 m in Brazil.

THE NEW COMBINATIONS WITH SHORT DESCRIPTIONS

Tephromela carassensis

(Vain.) Aptroot & Lücking comb. nov.

Basionym: ***Lecanora carassensis***

Vain., Acta Soc. Fauna Flora fenn. 7(no. 1): 91 (1890)

(Fig. 4A, B)

MYCOBANK MB 846318

TYPE: Brazil, Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, alt. 1400–1500 m, on moss on sandstone, 1885, *E. Vainio* distributed in *Lichenes Brasilinses Exsiccati* 1572 (TURVAIN 5217).

ADDITIONAL SPECIMENS EXAMINED. — **Brazil**. Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, on sandstone, 1997, *Aptroot* 40719, (ABL; SP).

CHEMISTRY. — Thallus UV+ yellow, C–, P–, K–, apothecium margin UV+ yellow. With lichexanthone.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION. — On mosses on sandstone in Campo rupestre in Caraça, Minas Gerais, Brazil; known only from Brazil.

DESCRIPTION

Thallus crustose, mineral to greenish-grey, rimose to verrucose, somewhat glossy, c. 0.3 mm thick, areoles 0.5–1 mm diam. Prothallus absent. Apothecia present, sessile, roundish to lobate when old, numerous on the center of the thallus. Disk black, 0.5–1.5 mm in diam., flat, epruinose. Thalline margin concolorous with the thallus, internally with small crystals, glossy, 0.15–0.18 mm wide, raised above the level of the disk, crenate. Hymenium c. 100 µm thick, mottled bluish grey and pale brown. Subhymenium c. 200 µm thick, dark reddish brown. Epihymenium bluish grey, c. 60 µm thick, pigment unchanged in K. Asci slightly clavate, 8-spored. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, 9–12 × 5–6 µm, wall 1–2 µm thick. Pycnidia not observed.

DISCUSSION

This species was described in *Lecanora* but on account of the anatomical and chemical characters belongs in *Tephromela*, as also suggested by an annotation label by Klaus Kalb. It agrees in many aspects with *T. epichlorina* (see below), and both were described from the same locality, but there are notably differences in the pigmentation patterns of the hymenium, epihymenium, and subhymenium. Both species differ from *T. xanthonica* also largely in apothecial pigment patterns (see key below).

Tephromela epichlorina

(Vain.) Aptroot & Lücking comb. nov.

Basionym: ***Lecanora epichlorina***

Vain., Acta Soc. Fauna Flora fenn. 7(no. 1): 91 (1890)

(Fig. 4C, D)

MYCOBANK MB 846230

TYPE: Brazil, Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, alt. 1400–1500 m, on moss on sandstone, 1885, *E. Vainio* distributed in Lichenes Brasilinses Exsiccati 164 (TUR-VAIN 5645).

ADDITIONAL SPECIMENS EXAMINED. — **Brazil**. Minas Gerais, Catas Altas, Caraça, on sandstone, 1997, *Aptroot* 41012 (ABL; SP).

CHEMISTRY. — Thallus UV+ yellow, C–, P–, K–, apothecium margin UV+ yellow. With lichexanthone.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION. — On sandstone in Campo rupestre in Caraça, Minas Gerais, Brazil; known only from Brazil.

DESCRIPTION

Thallus crustose, mineral to greenish-grey, rimose to verrucose, somewhat glossy, c. 0.3 mm thick, areoles 0.5–1 mm diam. Prothallus absent. Apothecia present, sessile, roundish to lobate when old, numerous on the center of the thallus. Disk black, 0.5–1.5 mm in diam., flat, epruinose. Thalline margin concolorous with the thallus, glossy, 0.15–0.2 mm wide, raised above the level of the disk, crenate. Hymenium c. 100–150 μm thick, hyaline. Subhymenium c. 200 μm thick, dark orange brown. Epihymenium dark blue to black, c. 60 μm thick, pigment unchanged in K. Asci slightly clavate, 8-spored. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, $9\text{--}15 \times 5\text{--}6 \mu\text{m}$, wall $1\text{--}2 \mu\text{m}$ thick. Pycnidia not observed.

DISCUSSION

This species was described in *Lecanora* but on account of the anatomical and chemical characters belongs in *Tephromela*, as also suggested by an annotation label by Klaus Kalb. For differences with *T. carassensis* and *T. xanthonica*, see Discussion under *T. carassensis* and in the key below.

Key to species of *Tephromela* in Brazil

- 1a Saxicolous or muscicolous on rock or soil or lichenicolous on saxicolous
Lecanora.....2
- 1b Corticolous or on *Vellozia* stems or lichenicolous on corticolous *Dirinaria*..10
- 2a Lichenicolous on saxicolous *Lecanora*.....
..... ***T. campestricola*** (Nyl.) Rambold & Triebel

- 2b Saxicolous or muscicolous on rock or on soil3
- 3a Apothecia with constricted base; medulla UV+ greenish-white (alectoronic and α -collatolic acids) or medulla UV+ yellow (lichexanthone).....4
- 3b Apothecia margin not distinguishable from raised thallus parts (apothecia seemingly emarginate or immersed)7
- 4a Medulla UV+ greenish-white (alectoronic and α -collatolic acid)
..... ***T. atra*** (Huds.) Hafellner
- 4b Medulla UV-negative; thallus and apothecium margin UV+ yellow (lichexanthone)
.....
5
- 5a Hymenium, epihymenium and subhymenium all equally reddish purple
.....
T. xanthonica Guzmán-Guillermo sp. nov
- 5b Subhymenium reddish; epiphymenium bluish; hymenium hyaline or mottled bluish and brownish6
- 6a Subhymenium reddish brown; epiphymenium and hymenium mottled bluish and brownish ***T. carassensis*** (Vain.) Aptroot & Lücking
- 6b Subhymenium dark orangish brown; epiphymenium dark blue to black; hymenium hyaline ***T. epichlorina*** (Vain.) Aptroot & Lücking
- 7a Apothecia (sub)convex, almost without thalline margin; thallus with black hypothallus visible between the areoles.....9
- 7b Apothecia more or less flat, in raised thallus warts; thallus continuous to rimose7
- 8a Ascospores 10–14 × 6–8 μ m; medulla UV+ bluish-green (α -collatolic acid) ...
..... ***T. buelliana*** (Müll. Arg.) Kalb

- 8b ... Ascospores $10\text{--}11 \times 6\text{--}7 \mu\text{m}$; medulla UV– (colensoic acid)
 ***T. colensoica*** Rambold & Knoph
- 9a Ascospores $7\text{--}10 \times 3.5\text{--}4.5 \mu\text{m}$; medulla UV+ white (loxodellonic and
 glomelliferic acids) ***T. matogrossensis*** Kalb & Elix
- 9b Ascospores $10\text{--}12 \times 8\text{--}9 \mu\text{m}$; medulla UV+ greenish-white (alectoronic and
 physodic acids) ***T. immersa*** Kalb & Elix
- 10a Lichenicolous on corticolous *Dirinaria*
 ***T. cerasina*** (Müll. Arg.) Rambold & Triebel
- 10b Corticolous11
- 11a Thallus UV–, but apothecial margins may be UV+ yellow; medulla UV–or UV+
 greenish-white or UV+ bluish-green12
- 11b Thallus UV+ yellow (lichexanthone); ascospores $9\text{--}16 \times 5\text{--}7.5 \mu\text{m}$ 16
- 12a Medulla UV– (no substances in medulla); ascospores long ellipsoid, $10\text{--}12 \times 3\text{--}4$
 μm
 ***T. americana*** (Fée) Kalb
- 12b Medulla UV+ greenish-white or UV+ bluish-green; ascospores ellipsoid, at least 5
 μm wide13
- 13a Apothecial margin UV+ yellow (lichexanthone), medulla UV+ bluish green (α -
 collatolic acid); fatty acids absend; ascospores $14\text{--}16 \times 5\text{--}6.5 \mu\text{m}$
 ***T. multireflexa*** Aptroot & M.F. Souza sp. nov.
- 13b Apothecial margin UV– or (medulla) UV+ greenish-white (alectoronic and/or
 physodic acids); fatty acids (TLC) present or absent14
- 14a Ascospores $8\text{--}10 \times 5\text{--}6 \mu\text{m}$; in mangroves ***T. rhizophorae*** Kalb
- 14b Ascospores $10\text{--}17 \times 5\text{--}9 \mu\text{m}$; in inland ecosystems15
- 15a Fatty acids present (TLC); ascospores $10\text{--}13 \times 5\text{--}8 \mu\text{m}$

-***T. vinacea*** L.A.Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres sp. nov.
- 15b Fatty acids absent (TLC); ascospores $12\text{--}17 \times 6\text{--}9 \mu\text{m}$
-***T. alectoronica*** Kalb s.lat.
- Notes: The Brazilian material keying out here possibly does not represent *T. alectoronica* s.str. but perhaps *T. aff. vinacea* in our phylogenetic tree.
- 16a On *Vellozia* stems; ascospores $9\text{--}12 \times 5\text{--}7 \mu\text{m}$ ***T. velloziae*** Kalb
- 16b On tree bark; ascospores $14\text{--}16 \times 6.5\text{--}7.5 \mu\text{m}$
-***T. obesimarginata*** L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres sp. nov.

Acknowledgements

The authors thank Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPQ) for financially supporting this work with a PhD's scholarship to LAS, a research grant to MESC (307569/2019-5), financial support for the field trips (Process: 437097/2018-8), and a collaborative project with RL (PVE 314570/2014-4). This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 with a Visiting Professor grant to AA. The curator of TUR is thanked for sending specimens of *Vainio* types on loan. We are thankful to the Laboratory of Mycorrhiza (UFPE), for helping with the logistics during the sampling expeditions. And to the laboratories of Genetics and Molecular Biotechnology (GMBIO) at Federal University of Sergipe (UFS) and Natural Products at Federal University of Pernambuco (UFPE) for yielding the structure and equipment to carry out DNA and secondary metabolite analysis, respectively. Thanks also to the Administration of Santuário do Caraça RPPN for the collecting permits and to the employees for helping during the field work. The reviewers are also acknowledged for their valuable contributions.

References

- BiNHum. 2021. Biodiversitätsnetzwerk des Humboldt-Rings. Available at <https://www.binhum.net/> (Accessed 13 april 2021).
- CESTARO L., TØNSBERG T. & MUGGIA L. 2016. Phylogenetic data and chemical traits characterize a new species in the lichen genus *Tephromela*. *Herzogia* 29: 383–402. <https://doi.org/10.13158/heia.29.2.2016.383>
- CHOISY M. 1929. — Genres nouveaux pour la lichénologie dans le groupe des Lécanoracées. *Bulletin de la Société Botanique de France* 76: 521–527. <https://doi.org/10.1080/00378941.1929.10837179>
- ELIX, J. A. 2012. — Four new species and a new record of *Tephromela* (lichenized Ascomycota) from Australia. *Australasian Lichenology* 71: 3–11.
- ELIX J. A. 2013. — Further new species and new records of *Tephromela* (lichenized Ascomycota) from Australia. *Australasian Lichenology* 71: 20–31.
- FRYDAY A. M. 2011. — New species and combinations in *Calvitimela* and *Tephromela* from the southern subpolar region. *Lichenologist* 43: 225–239. <https://doi.org/10.1017/S0024282911000065>
- FRYDAY A. M. 2019. — Eleven new species of crustose lichenized fungi from the Falkland Islands (Islas Malvinas). *Lichenologist* 51: 235–267. <https://doi.org/10.1017/S0024282919000185>
- GARDES M. & BRUNS T. D. 1993. — ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes—application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* 2: 113–118. DOI: 10.1111/j.1365-294x.1993.tb00005.x
- HAFELLNER J. 1984. — Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung der Sammelfamilien Lecanoraceae und Lecideaceae. Beiheft zur *Nova Hedwigia* 79: 241–371.

- HALL T. A. 1999. — BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- HUNECK S. & YOSHIMURA I. 1996. — Identification of Lichen Substances. *Springer, Berlin, Heidelberg*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-85243-5_2
- KALB K. 1983. — Lichenes Neotropici ausgegeben von Klaus Kalb. *Fascicle VII* (nos 251–300). Published by the author, Neumarkt/Opf.
- KALB K. 1984. — Lichenes Neotropici ausgegeben von Klaus Kalb. *Fascicle VIII* (Nos 301–350). Published by the author, Neumarkt/Opf.
- KALB K. 2008. — New or otherwise interesting Lichens. IV. *Sauteria* 15: 239–248.
- KANTVILAS G. 2015. — Observations on the genus *Tephromela* (lichenised Ascomycetes) in Tasmania, with the description of a new species. *Herzogia* 28: 430–444. <https://doi.org/10.13158/heia.28.2.2015.430>
- KANTVILAS G. & ELIX J. A. 2017. — *Tephromela baudiniana* sp. nov. (lichenised Ascomycetes) from Kangaroo Island. *Swainsona* 31: 27–30.
- KATOH K., ASIMENOS G. & TOH H. 2009. — Multiple alignment of DNA sequences with MAFFT. *Methods in Molecular Biology* 537: 39–64. [DOI: 10.1007/978-1-59745-251-9_3](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-251-9_3)
- KATOH S. 2013. — MAFFT: Multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability (outlines version 7). *Molecular Biology and Evolution* 30: 772–780. DOI: 10.1093/molbev/mst010
- LARENA I., SALAZAR O., GONZÁLEZ V., JULIÁN M. C. & RUBIO V. 1999. — Design of a primer for ribosomal DNA internal transcribed spacer with enhanced specificity for ascomycetes. *Journal of Biotechnology* 75: 187–194. DOI: 10.1016/s0168-1656(99)00154-6

- LÜCKING R., HODKINSON B. P. & LEAVITT S. D. 2017. — The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. *The Bryologist* 119: 361–416. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>
- MUGGIA L., PEREZ-ORTEGA S., FRYDAY A., SPRIBILLE T. & GRUBE M. 2014. — Global assessment of genetic variation and phenotypic plasticity in the lichen-forming species *Tephromela atra*. *Fungal Diversity* 64: 233–251. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0271-4>
- ORANGE A., JAMES P. W. & WHITE F. J. 2001. — *Microchemical methods for the identification of lichens*. British Lichen Society, London.
- SPRIBILLE T., GOFFINET B., KLUG B., MUGGIA L., OBERMAYER W. & MAYRHOFER H. 2011. — Molecular support for the recognition of the *Mycoblastus fucatus* group as the new genus *Violella* (Tephromelataceae, Lecanorales). *The Lichenologist* 43: 445–466. DOI: 10.1017/S0024282911000478
- STAMATAKIS A. 2006. — RAXML-VI-HPC: Maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics* 22: 2688–2690. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl446>
- WHITE F. J. & JAMES P. W. 1985. — *A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances*. British Lichen Society, London.
- ZHAO X., LEAVITT S. D., ZHAO Z. T., ZHANG L. L., ARUP U., GRUBE M., PÉREZ-ORTEGA S., PRINTZEN C., ŚLIWA L., KRAICHAK E., DIVAKAR P. K., CRESPO A. & LUMBSCH H. T. 2016. — Towards a revised generic classification of lecanoroid lichens (Lecanoraceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Fungal Diversity* 78: 293–304. <https://doi.org/10.1007/s13225-015-0354-5>.

Supplementary document online:

Supplementary file S1. — ITS alignment of the 140 sequences of *Tephromela*, *Calvitimela*, *Mycoblastus* and *Violella* used in this study.

Figure legends

FIG. 1A — Phylogenetic relationship of *Tephromela* based on maximum likelihood analysis of ITS rDNA sequences. Bootstrap support values are reported below branches. The new *Tephromela* species is highlighted. Genbank access numbers are given in Table 1.

FIG. 1B — Phylogenetic relationship of *Tephromela* based on maximum likelihood analysis of ITS rDNA sequences. Bootstrap support values are reported below branches. The new *Tephromela* species is highlighted. Genbank access numbers are given in Table 1.

FIG. 2. — Habitus and UV reaction: **A, B**, *Tephromela multireflexa* Aptroot & M.F. Souza, sp. nov. (holotype), apothecial margins UV+ yellow and UV+ bluish green; **C, D**, *Tephromela obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov. (holotype), thallus and apothecium margin UV+ yellow; **E, F**, *Tephromela vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov. (holotype), medulla UV+ greenish white; **G, H**, *Tephromela xanthonica* Guzmán-Guillermo, sp. nov. (holotype), thallus and apothecium margin UV+ yellow. Scale bars: A–H, 2 mm

FIG. 3. — Section ascomata: **A, B**, *Tephromela obesimarginata* L.A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., (holotype), before and after KOH treatment; **C, D**, *Tephromela vinacea* L.A. Santos, Aptroot, Lücking & M. Cáceres, sp. nov., (holotype), before and after KOH treatment; **E, F**, *Tephromela xanthonica* Guzmán-Guillermo, sp. nov., (holotype), before and after KOH treatment. Scale bars: A–F, 100 µm

FIG. 4. — Habitus and UV reaction: **A, B**, *Tephromela carassensis* (Vain.) Aptroot & Lücking comb. nov., (type material of *Lecanora carassensis*, Vainio 1885), thallus and apothecium margin UV+ yellow; **C, D**, *Tephromela epichlorina* (Vain) Aptroot & Lücking comb. nov., (lectotype material of

Lecanora epichlorina, Vainio 1885), thallus and apothecium margin UV+ yellow. Scale bars: A–D, 2 mm

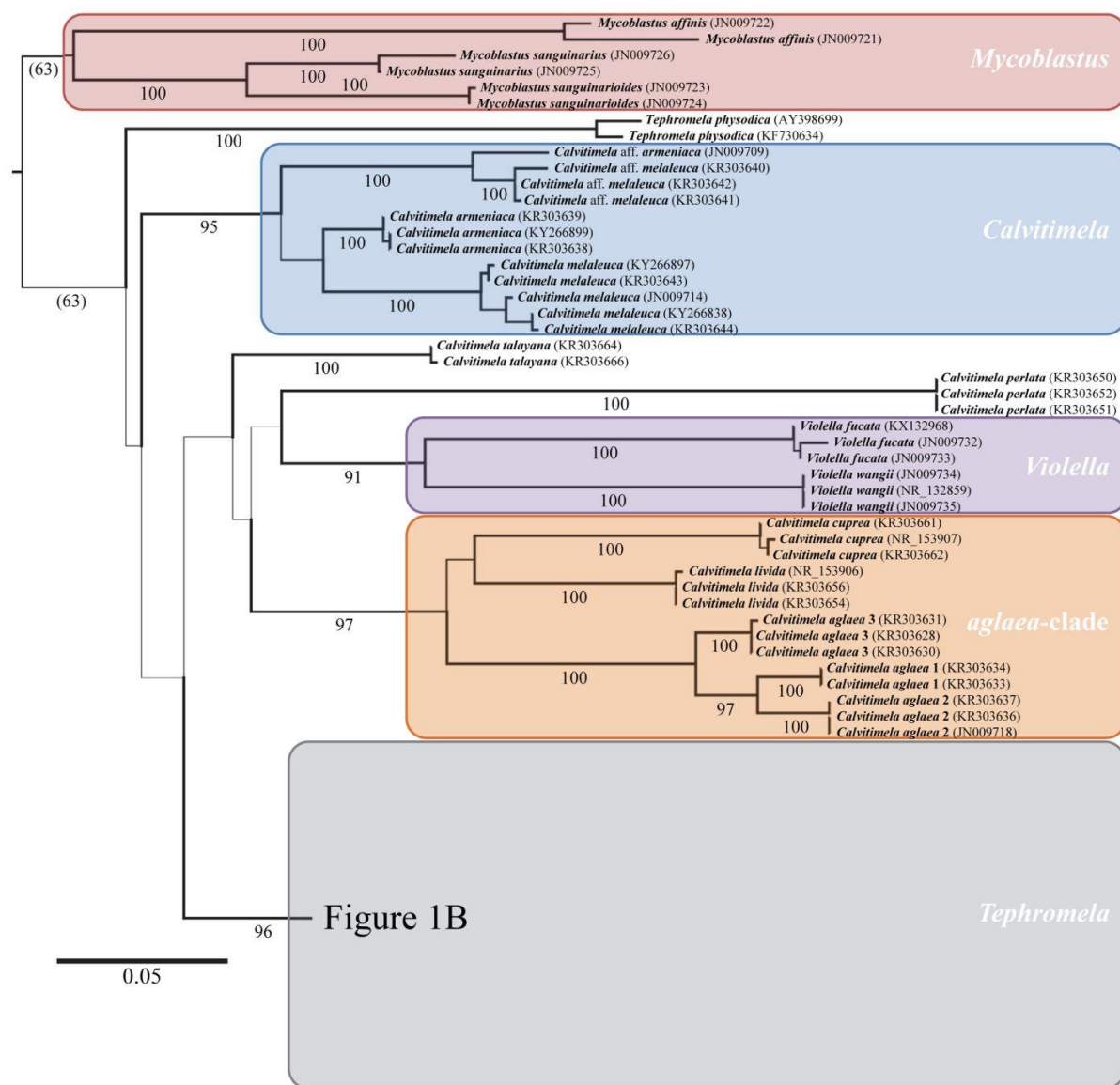


FIG. 1A



FIG. 1B

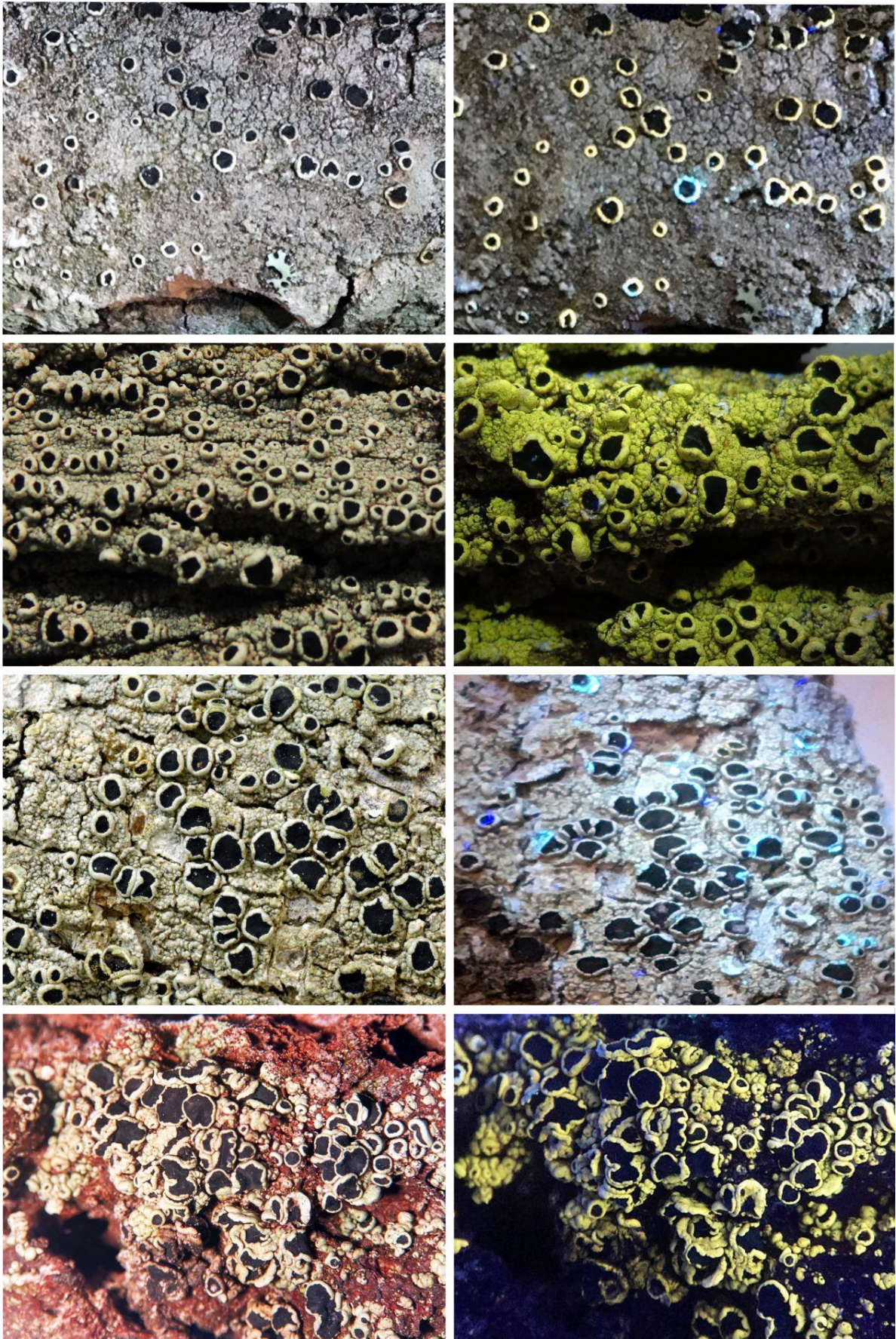


FIG. 2.

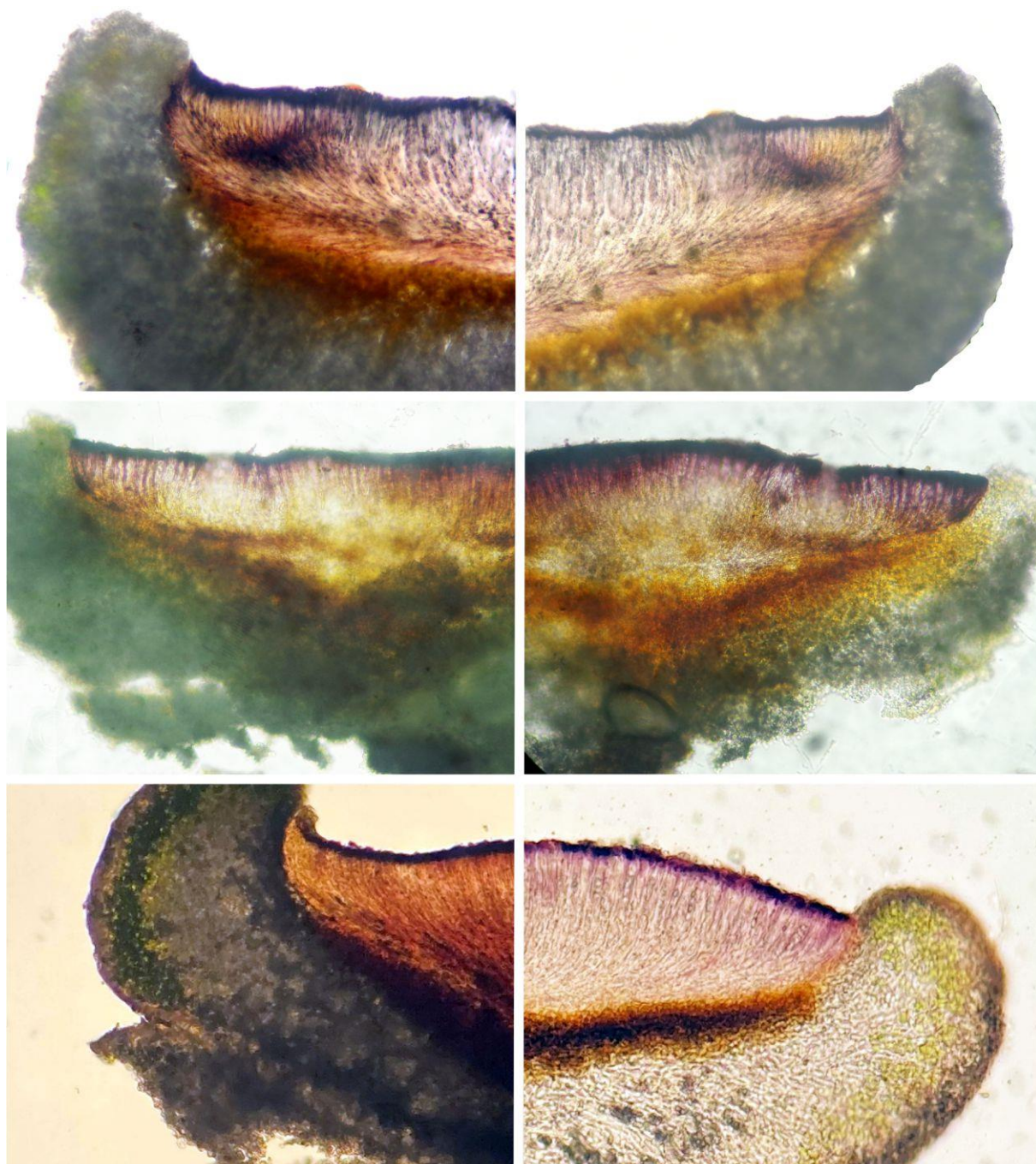


FIG. 3.



FIG. 4.

**APÊNDICE H – *LECANORA* S.LAT. (ASCOMYCOTA, LECANORACEAE) IN
BRAZIL: DNA BAR-CODING COUPLED WITH PHENOTYPE CHARACTERS
REVEALS NUMEROUS NOVEL SPECIES – PUBLICADO NA JOURNAL OF
FUNGI.**

Lidiane Alves dos Santos¹, André Aptroot^{2*}, Robert Lücking³ and Marcela Eugenia da Silva Cáceres⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Departamento de Micologia, Universidade Federal de Pernambuco, Campus Universitário, CEP 50670-901, Recife, Pernambuco, Brazil; ldn.stalves@gmail.com

² Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Avenida Costa e Silva, s/n Bairro Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil; andreaptroot@gmail.com

³ Botanischer Garten und Botanisches Museum, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Str. 6–8, 14195 Berlin, Germany; R.Luecking@bgbm.org

⁴ Departamento de Biociências, Universidade Federal de Sergipe, CEP: 49500-000 Itabaiana, Sergipe, Brazil; mscaceres@hotmail.com

* Correspondence: andreaptroot@gmail.com

Abstract: We sequenced over 200 recent specimens of *Lecanora* s.lat. from Brazil, delimiting 28 species in our material. Many seem to represent undescribed species, some of which being morphologically and chemically similar to each other or to already described species. Here, we present a phylogenetic analysis based on ITS, including our specimens and GenBank data. We describe nine new species. The purpose of the paper is to illustrate the diversity of the genus in Brazil, not to focus on segregate genera. However, we found that all *Vainionora* species cluster together and these will be treated separately. Other *Lecanora* species with dark hypothecium clustered in several different clades. Species with the morphology of *Lecanora caesiorubella*, in which currently several subspecies with different chemistry and distribution are recognized, fall apart in different, distantly related clades, so they cannot be regarded as subspecies but should be recognized at species level.

Keywords: South America; cryptic species; delimitation; Lecanoraceae; chemistry

Citation: dos Santos, L.A.; Aptroot, A.; Lücking, R.; da Silva Cáceres, M.E. *Lecanora* s.lat. (Ascomycota, Lecanoraceae) in Brazil: DNA barcoding coupled with phenotype characters reveals numerous novel species. *J. Fungi* **2023**, *x*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Academic Editor: Firstname
Lastname

Received: date
Accepted: date
Published: date

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Lecanora s.lat. comprises around 1,000 species of crustose lichens [1,2], with green algae as photobionts, lecanorine apothecia, and asci containing eight colourless and non-septated ascospores [3]. However, the wide variation of morphological and chemical characters found in the genus result in problematic approaches to its classification [4–6], and the traditional concept of *Lecanora* corresponds to different lineages [3,7,8]. Over time, several species have been constantly transferred to other genera (for a recent example see [9–11]).

Studies based on molecular data of problematic species and morpho-groups within *Lecanora* s.lat. have revealed several species complexes including within taxa that share phenotypic characters [3, 8, 12–17]. These studies have emphasized the importance of combining morphological, chemical, and molecular data in delimiting species within the genus.

In Brazil, a phylogenetic revision of *Lecanora* has revealed several new, phylogenetically distinct, partly cryptic lineages different from known species. These findings are described herein.

2. Materials and Methods

2.1 Taxon sampling, morphological and chemical data

Approximately 450 *Lecanora* s.lat. specimens were collected during field expeditions to several areas in Brazil by the authors between 2016 and 2022. Approximately 300 were selected for molecular study.

Morphological characteristics of the apothecia and thallus were examined with Olympus SZX7 and pictures were taken with Nikon Coolpix 995. For analysis microscopic, hand-made sections of ascomata and thallus were mounted and studied in water. Microscopic photographs were prepared using an Olympus BX50 with Nomarski interference contrast and Nikon Coolpix 995.

Secondary metabolites were examined with thin-layer chromatography (TLC), using solvent C [18, 19, 20]. All the specimens were tested with UV light ($\lambda 365$ nm), and spot reactions of KOH (K), paraphenylenediamine (Pd) and calcium hypochlorite (C).

2.2 Molecular methods

From collected specimens, approximately 300 were selected for molecular study.

Genomic DNA was extracted using the Wizard® Genomic DNA Purification Kit (Promega), following the manufacturers' protocols. For amplification of the target was used the REDExtract-N-Amp Plant PCR Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, EUA). 20 μ L PCR samples were prepared by adding 10 μ L of PCR MIX, 4 μ L of sterile water, 1 μ L of each primer at 10 μ M concentration, and 4 μ L of DNA. PCR was performed using specifications for each marker (Table 1). PCR products were checked for amplification on 2% agarose gels. The kit Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up (Promega) was used to purify the amplified PCR products, following the manufacturer instructions. The products were then sequenced by the genetics laboratory at the Universidade Federal de Pernambuco.

Table. 1. Gene regions, respective primer pairs and PCR conditions used in the study.

Gene region	Primers	PCR Condition	References
ITS	ITS1F and ITS4a	95°C: 5 min, (1) (95°C: 30s, 66°C: 30s) $\times$ 10; (2) (95°C: 30s, 56°C: 30s, 72°C: 1 min 30s) $\times$ 34, 72°C: 10 min	[21,23]
ITS	ITS1F and ITS4	95°C: 5 min, (95°C: 30s, 56°C: 30s, 72°C: 1 min 30s) $\times$ 35, 72°C for 10 min	[21,22]

2.3 Phylogenetic analyses

BLAST searches (NCBI) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) were performed for the newly generated sequences and after confirmation of their identity, the sequences were edited and contigs assembled using BioEdit 7.2.0 [24] and deposited in GenBank (Table S1). For the phylogenetic analysis, we retrieved from GenBank ITS rDNA sequences classified as *Lecanora* s.lat., and then the newly generated sequences were added to the set of ITS sequences downloaded from GenBank, and aligned using MAFFT [25,26], with subsequent manual inspection. The alignment (Supplementary File S1) had a length of 782 bases. Maximum likelihood tree search was performed using RAXML v8.1.11 [27], with GTR-Gamma and 1000 bootstrap replicates. The resulting trees were visualized in

FigTree 1.4.0 [28] and subsequently edited in Microsoft PowerPoint (2016) and CorelDRAW Graphics Suite.

3. Results

3.1. Sequenced specimens

We obtained DNA sequence data from approximately 200 specimens for which extractions were performed. Of the specimens from which we obtained sequence data, approximately 50 clustered within the *Vainionora* clade and were excluded from further analysis.

3.1. Phylogenetic Analyses

The dataset included 122 ITS sequences newly generated in this study which were listed in bold, plus 61 sequences from GenBank (Table S1). Based on morphology, chemistry, and the molecular phylogeny, our sampling included 28 species in *Lecanora s.lat.*, including 10 new species (Figure 1).

In the topology found, a number of well-supported clades from sequences newly generated from known species can be distinguished within the group, and most of these clades also including new species (Figure 1).

Clade I, including *L. praeferenda* and *L. xanthoverrucosa* sp. nov.; clade II, represents *L. fluorosaxicola*, sp. nov., a single taxon on along branch with absolute support; clade III, including *L. hypocrocina*, an unidentified species (*Lecanora* sp.) from Bolívia and Brazil; *L. irregularicrocea*, sp. nov., *L. coronulans* and *L. argentata*; clade IV, including *L. pallidachroa*, sp. nov., *L. achroa*, *L. sulfurescens*, *L. parachroa*, *L. xanthoplumosa* and *L. notatictria*, sp. nov.; clade V, consists of four species, *L. neohelva*, sp. nov., *L. rabdotoides*, *L. plumosa* and one closely related taxon, *L. aff. plumosa*; clade VI, including five taxa identified as *L. brasiliana*, *L. saepiphila*, sp. nov., an unidentified species (*Lecanora* sp.) from this work and two lineages morphologically close to *L. polytropa* and *L. sulphurea*; clade VII, with absolute support, consists of one new taxon *L. parahelva*, sp. nov.; as well as the clade VIII, represents the new species *L. nigrilobulata*; clade IX, representing five known species, *L. subimmersa*, *L. tropica*, *L. econorata*, *L. subimmersens* and *L. aff. econorata*; clade X, including *L. vainioi* and *L. kalbiana*. The next five clades, consisting of pruinose species, the relationships among these clades lack support. The newly generated sequences emerge on three separate clades, one represents the new species *L. flavocaesia*, sp. nov.; and two represents *L. glaucomodes* and *L. neomerrilli*, both to be recognized at species level.

The phylogeny obtained revealed 12 new lineages corresponding to 10 new species: *L. notatictria* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov., *L. pallidachroa* L. A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov., *L. fluorosaxicola* L.A. Santos, M. Cáceres & Aptroot, sp. nov., *L. irregularicrocea* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking sp. nov., *L. flavocaesia* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov., *L. neohelva* L.A. Santos, M. Cáceres & Aptroot, sp. nov., *L. saepiphila* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov., *L. parahelva* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov., *L. nigrilobulata* L.A. Santos, M. Cáceres & Aptroot, sp. nov., and *L. xanthoverrucosa* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov. In addition, two subspecies are recognized at species level: *L.*

neomerrillii L.A. Santos, Aptroot, M. Cáceres & Lücking, nom. nov. and *L. glaucomodes* Nyl.

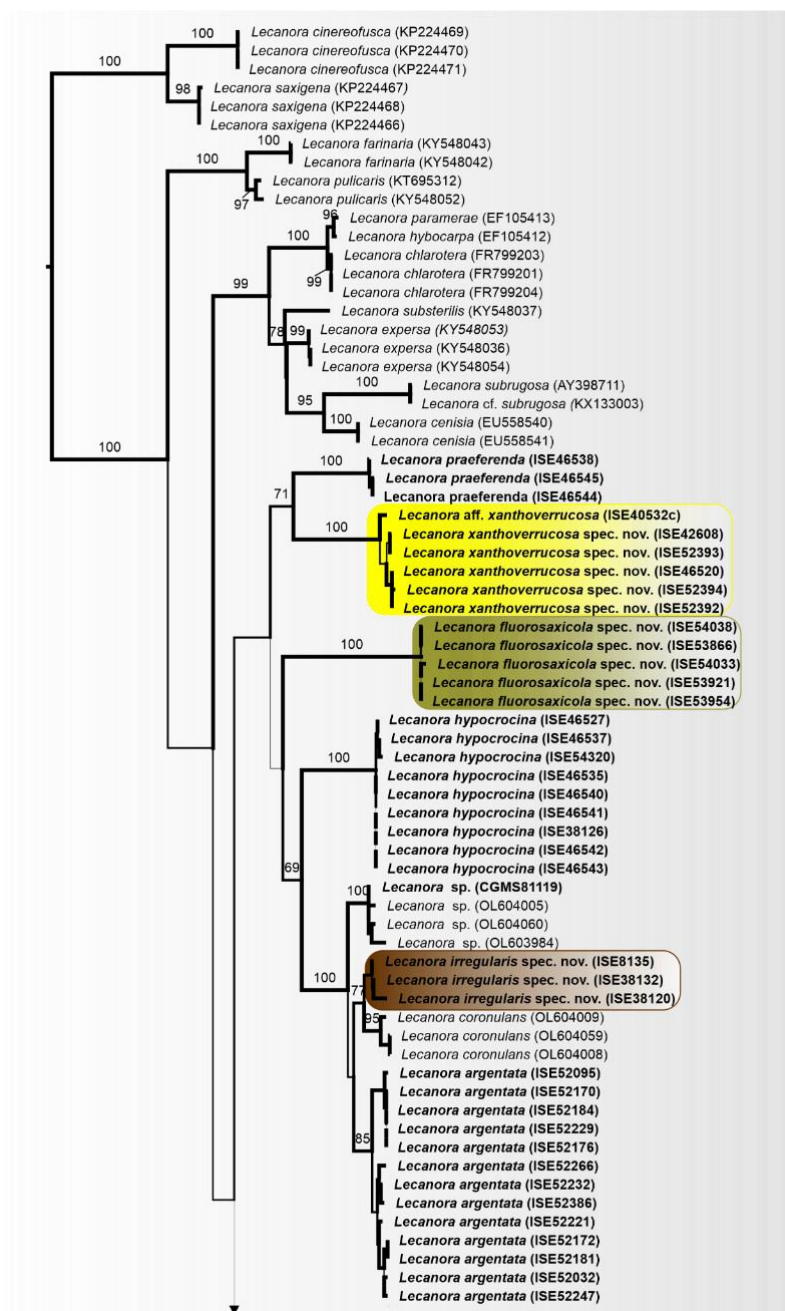


Figure 1. Cont.

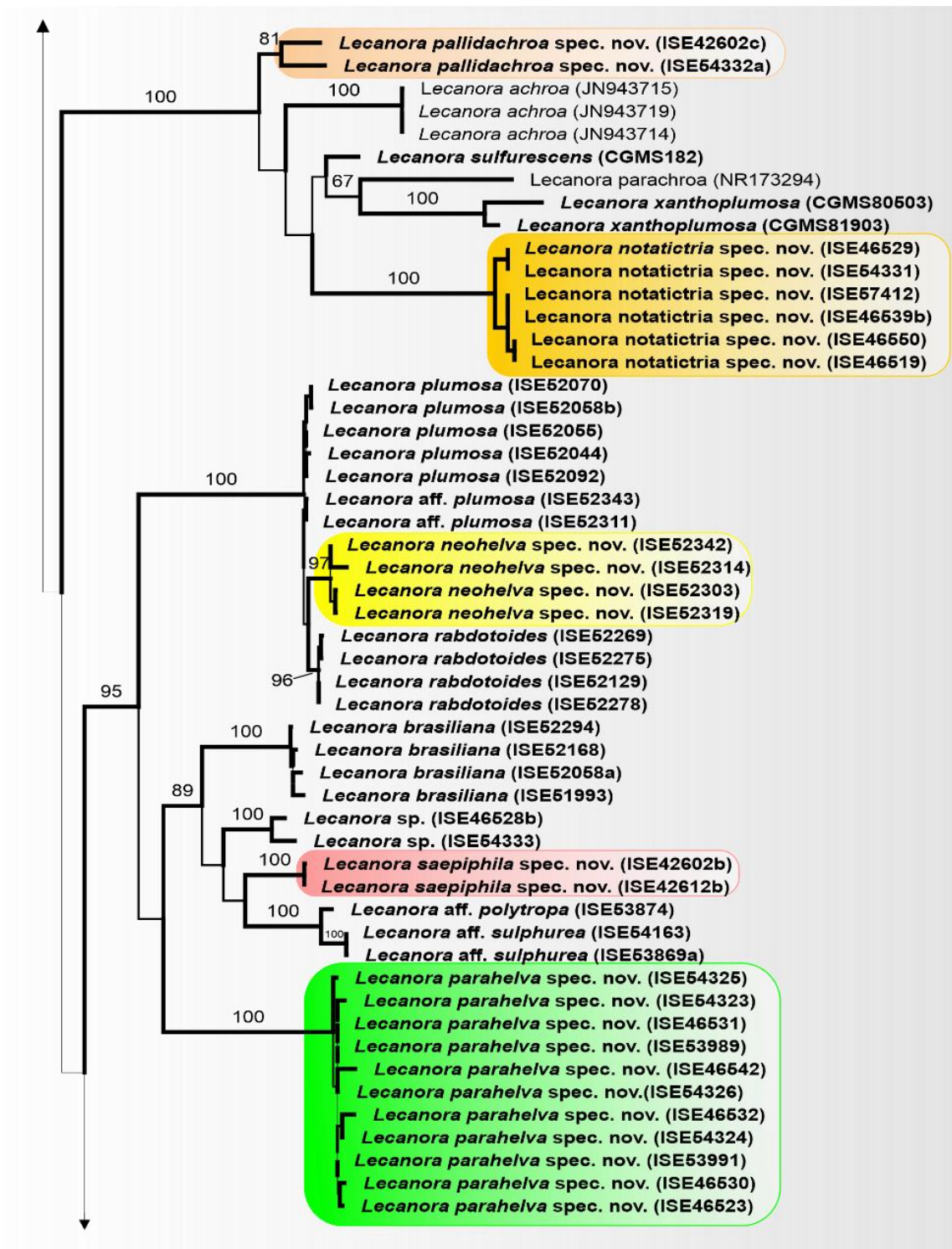


Figure 1. Cont.

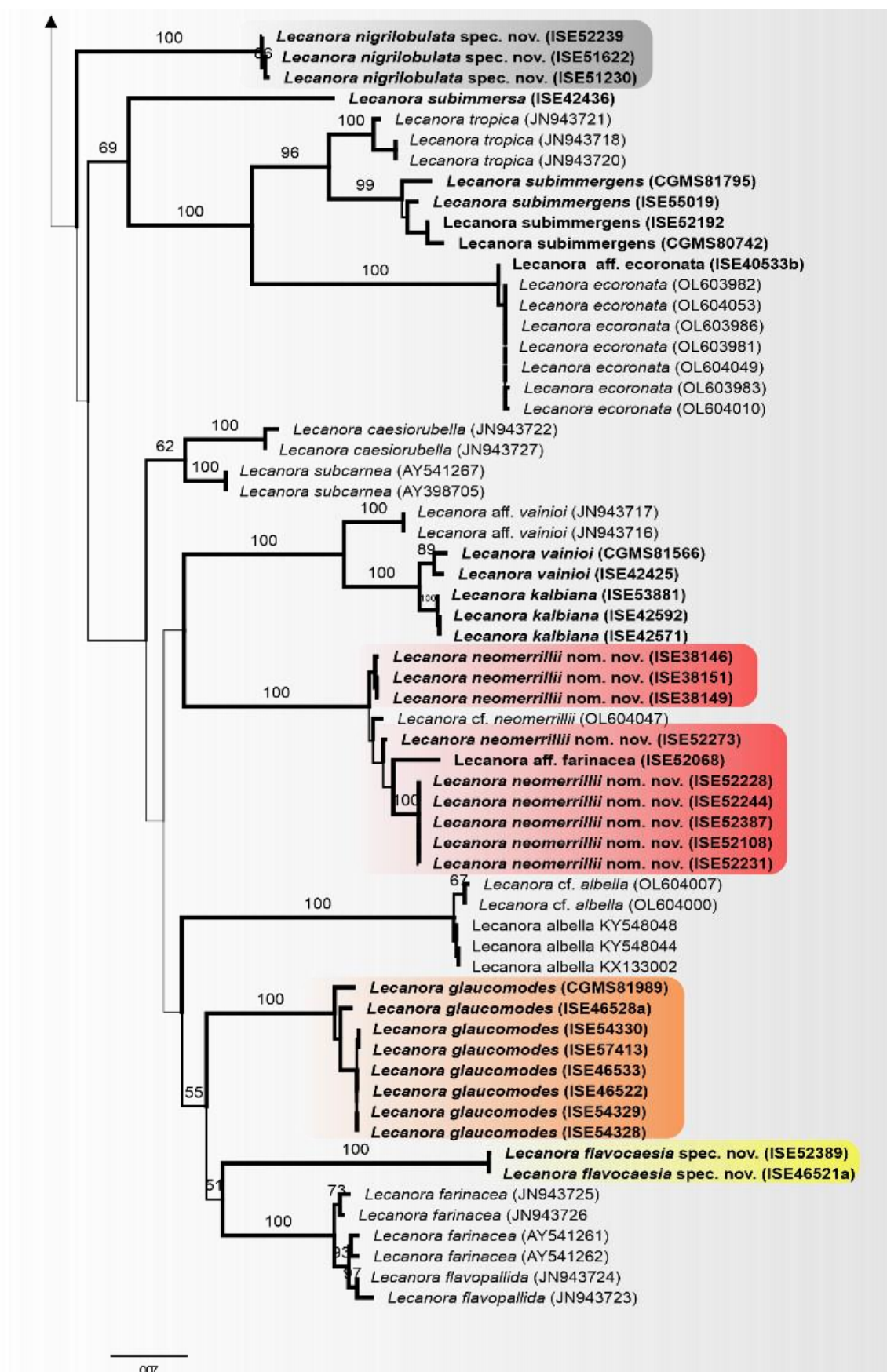


Figure 1. Best-scoring ML tree based on the analysis of ITS sequence data. Bootstrap support values are given above the branches. The new sequences generated in this study are indicated in bold and new *Lecanora* species is highlighted.

3.2. Taxonomy

Lecanora flavocaesia L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov. (Figure 2).

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The epithet refers to the colour of apothecial margin.

Typus: BRAZIL, Pernambuco, Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, S 8°30'32.6", S 8°30'32.6", on bark of unidentified tree, 13–15 August 2017, L. A. Santos s.n. (ISE-46521a, holotype; ITS Genbank No. xxx).

Diagnosis: Similar to *Lecanora caesiorubella* Ach. but differing the distinctly yellowish, very irregular margins, and much smaller apothecia.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 2.5 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, rimose to verruculose, whitish yellow, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or whitish grey. Apothecia adnate, 0.8–1.5 mm diam.; disc pale orange to whitish brown, with a thin, whitish grey pruina, flat to convex; margin pale yellow, prominent, becoming excluded or persisting, strongly flexuose. Amphithecium with small crystals, small crystals rapidly dissolving in KOH (= *allophana*-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 37.5–50 µm high; epihymenium brown to dark brown, granular with small crystals, rapidly dissolving in KOH (= *chlarotera*-type), c. 15 µm high. Hypothecium hyaline. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (8–) 10–12(–13) × 5–7 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P+ orange, UV–. TLC: atranorin, protocetraric acid.

Habitat and distribution: On exposed trees in Caatinga forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Sergipe, Monumento Natural Grota do Angico, Poço Redondo; S 9°39'39.7", W 37°41'09.7", on bark of unidentified tree, 24 November 2016, L. A. Santos s.n. (ISE-52389)

Notes: This new species shares the chemistry of atranorin and protocetraric acid with *Lecanora caesiorubella* subsp. *glaucomodes* (Nyl.) Imshaug & Brodo, but differs in the pale yellow and very irregular apothecial margins and the areolate thallus. We therefore consider the morphological differences in the apothecial margins and the thallus diagnostic.

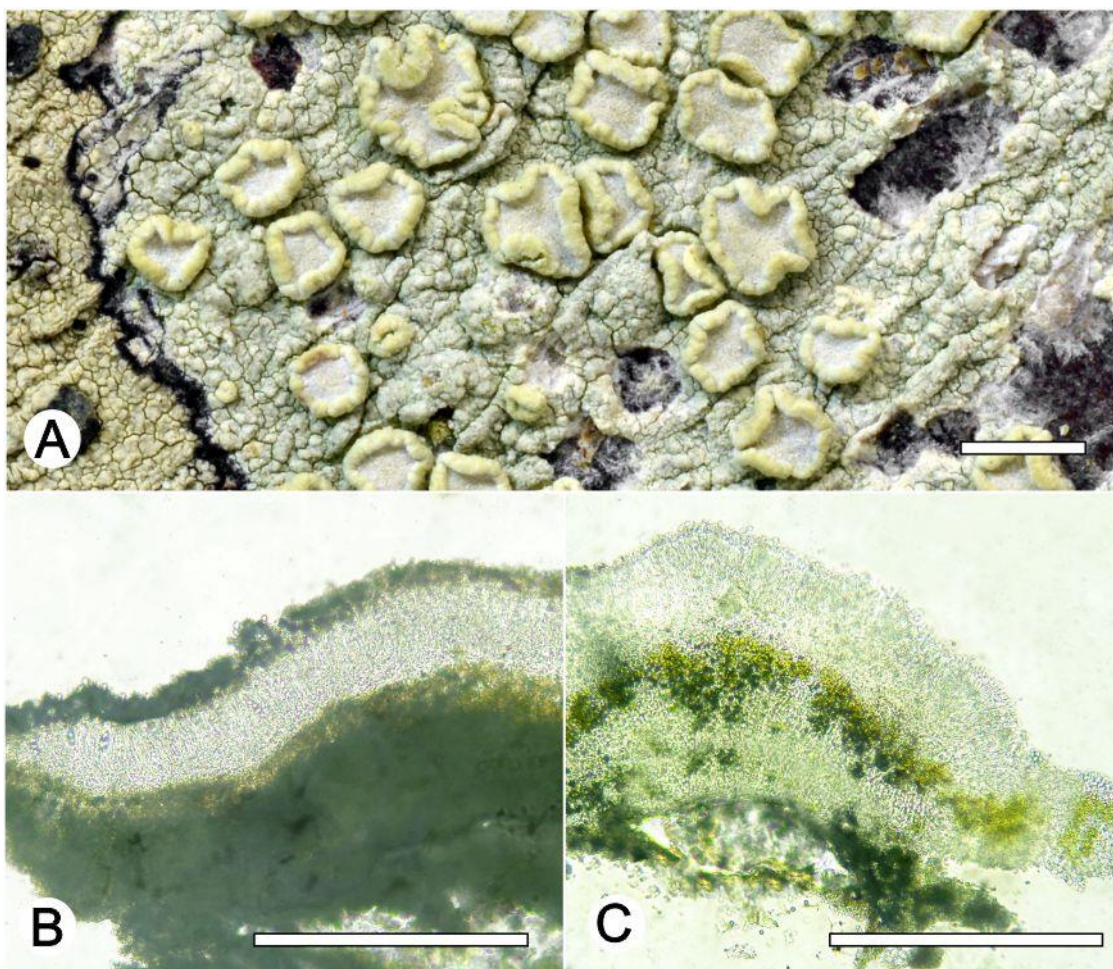


Figure 2. *Lecanora flavocaesia* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-46521a); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-46521a); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-46521a). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 μ m.

Lecanora fluorosaxicola L.A. Santos, M. Cáceres & Aptroot, sp. nov. (Figure 3).

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The epithet conveys the fluorescent yellow greenish colour of the thallus.

Typus: BRAZIL, Bahia, Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, S 9°39'58.8", W 38°28'05.2", on rock, 10–12 October 2021, L. A. Santos s.n. (ISE-54033, holotype; ITS Genbank No. xxx).

Diagnosis: The new species can be distinguished from the other species of *Lecanora* by the fluorescent yellow greenish colour of the thallus.

Description: Thallus crustose, saxicolous, up to 7 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, rimose to verruculose, yellowish green, dull, epruinoso. Soredia absent. Prothallus absent or black. Apothecia adnate, 0.2–1 mm diam.; disc dark grey to greyish black, with a thick, greenish yellow pruina, flat when young to strongly concave; margin concolourous with the thallus, becoming excluded, smooth. Amphithecium with small crystals which are dissolving in KOH (= *melacarpella*-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 42.5–62.5 μ m high; epihymenium green to yellowish-green, the pigment and with small crystals soluble in KOH (= *chlarotera*-type), c. 12 μ m high. Hypothecium hyaline. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (9–) 10–12(–13) $\times$ 5–7.5 μ m. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C+ yellow, P–, Thallus and apothecial disc UV+ orange. TLC: atranorin.

Habitat and distribution: On exposed rock in Caatinga forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Bahia, Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, S 9°39'58.8", W 38°28'05.2", on rock, 10–12 October 2021, L. A. Santos s.n. (ISE-53866, ISE-53954, ISE-53921, ISE-54038).

Notes: *Lecanora fluorosaxicola* is most likely to be confused with *L. vainioi* Vänškä and *L. kalbiana* Lumbsch in the more or less brown to grey-brown apothecial disc and the substrate, as both are found on rock. The two species were described from Brazil: *L. kalbiana* was from Mato Grosso, currently only known from Brazil, and *L. vainioi* from Rio de Janeiro, restricted to the Neotropics. The new species differs in the thallus being mostly yellow, the apothecial discs with a yellowish green pruina, the hyaline hypothecium, and in the absence of zeorin. *Lecanora ryanii* T.H. Nash & Lumbsch is also superficially similar, but differs in the larger, sessile apothecia with epruinose disc; it is only known from Isla Margarita in México [30].

The differences in chemistry and morphology are reflected in the molecular phylogeny (Figure 1), where *L. fluorosaxicola* represents a single taxon on a long branch in a subclade with absolute support, whereas *L. vainioi*, *L. kalbiana* and two sequences from GenBank (Thailand) labeled *L. vainioi*, form another sub-clade. Both subclades fell in a clade with pruinose species (Figure 1).

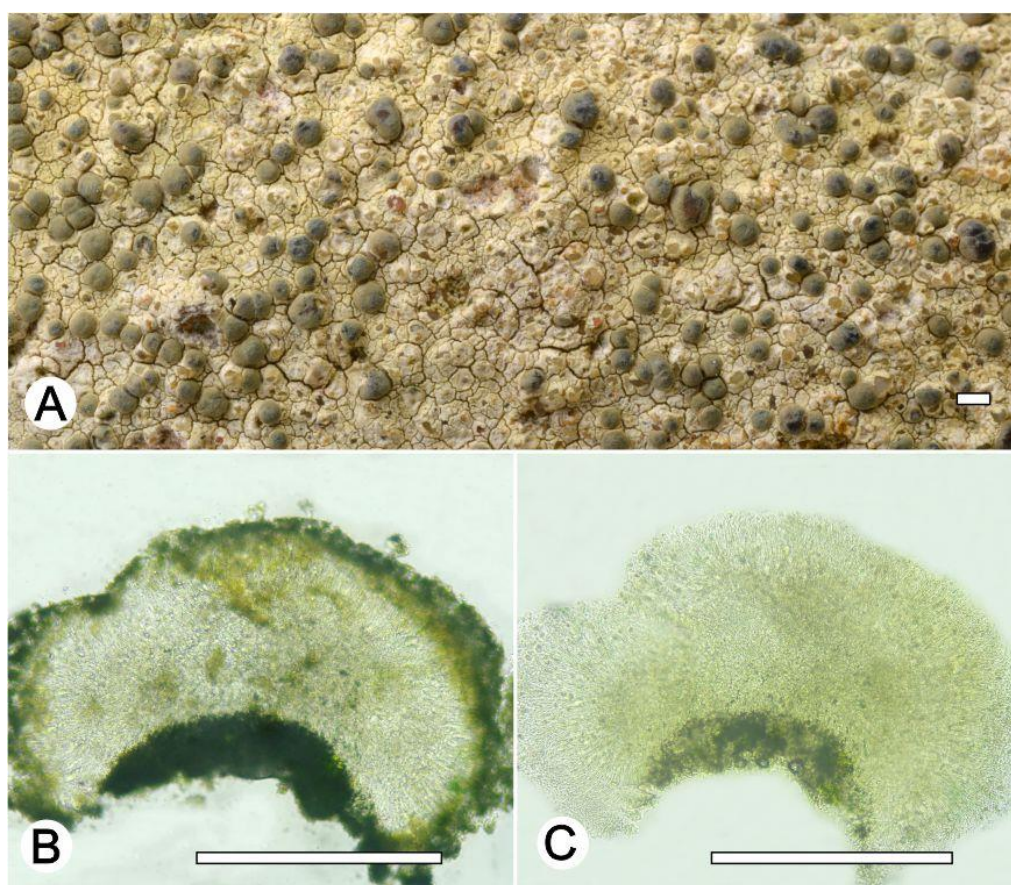


Figure 3. *Lecanora fluorosaxicola* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype, ISE-54033); (B, C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-54033). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 µm

Lecanora glaucomodes Nyl. (Figure 4)

MYCOBANK MB XXXX

Synonym: *Lecanora caesiorubella* subsp. *glaucomodes* (Nyl.) Imshaug & Brodo, Nova Hedwigia 12(1+2): 15 (1966)

Typus: Cuba, C. Wright Lich. Cub. II. 60 (H-NYL 27145, holotype)

Description *specimens examined*: **Thallus** crustose, corticolous, up to 3.5 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, rimose to verruculose, whitish grey to grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or whitish grey. Apothecia adnate, 0.5–1.5 mm diam.; disc pale orange to brownish orange, carneous, whitish grey pruina, flat to convex; margin slightly paler than the thallus, prominent, becoming excluded or persisting, entire to flexuose, smooth. **Amphithecium** with small crystals which are dissolving in KOH (= *allophana*-type), parathecium with small crystals. **Hymenium** hyaline, 50–75 µm high; epihymenium brown to dark brown with pigment and small crystals dissolving in KOH (= *chlarotera*-type), c. 12 µm high. Hypothecium hyaline. **Ascospores** 8 per ascus, ellipsoid, (10–) 10–13(–14) × 6–8 µm. **Pycnidia** not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P+ orange to red, UV–. TLC: atranorin, protocetraric acid.

Sequenced specimens examined: Brazil, Pernambuco, Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, S 8°31'30.6", W 37°14'58.8", on bark of unidentified tree, 13–15 August 2017, L. A. Santos s.n. (ISE–46528a, 54328, 54329); Sergipe, Monumento Natural Grota do Angico, Poço Redondo, S 9°39'39.7", W 37°41'09.7", on bark of unidentified tree, 24 November 2016, L. A. Santos s.n. (ISE–46522, 46533, 54330, 57413); Mato Grosso, Chapada dos Guimarães, Pousada do Parque private area, S 15°26'50", W 55°49'50", on bark of unidentified tree, 12–18 September 2020, A. Aptroot & M.F. Souza 81989 (CGMS).

Notes: This pruinose species is chemically characterized by the presence of protocetraric acid and atranorin. Given its phylogeny, it is here recognized at species level as *Lecanora glaucomodes*. If we consider all chemical variation recently found (see Brodo et al. [35]), this material agrees partially with *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes*. However, the chemical definition of *L. glaucomodes* is complex. Imshaug & Brodo [33] reported atranorin and protocetraric acid as a major compound, which was found in the isotype. Later, Lumbsh et al. [34] reported that the holotype of this species produces virensic acid as a major substance. In a recent review of the *L. albella* group, it was demonstrated that the definition of species or subspecies just observing the chemistry remains complex [35]. However, the new sequences generated in the present work form a clade distinct from Genbank sequences identified as *L. caesiorubella* s.str., from the USA and Australia (Figure 1).

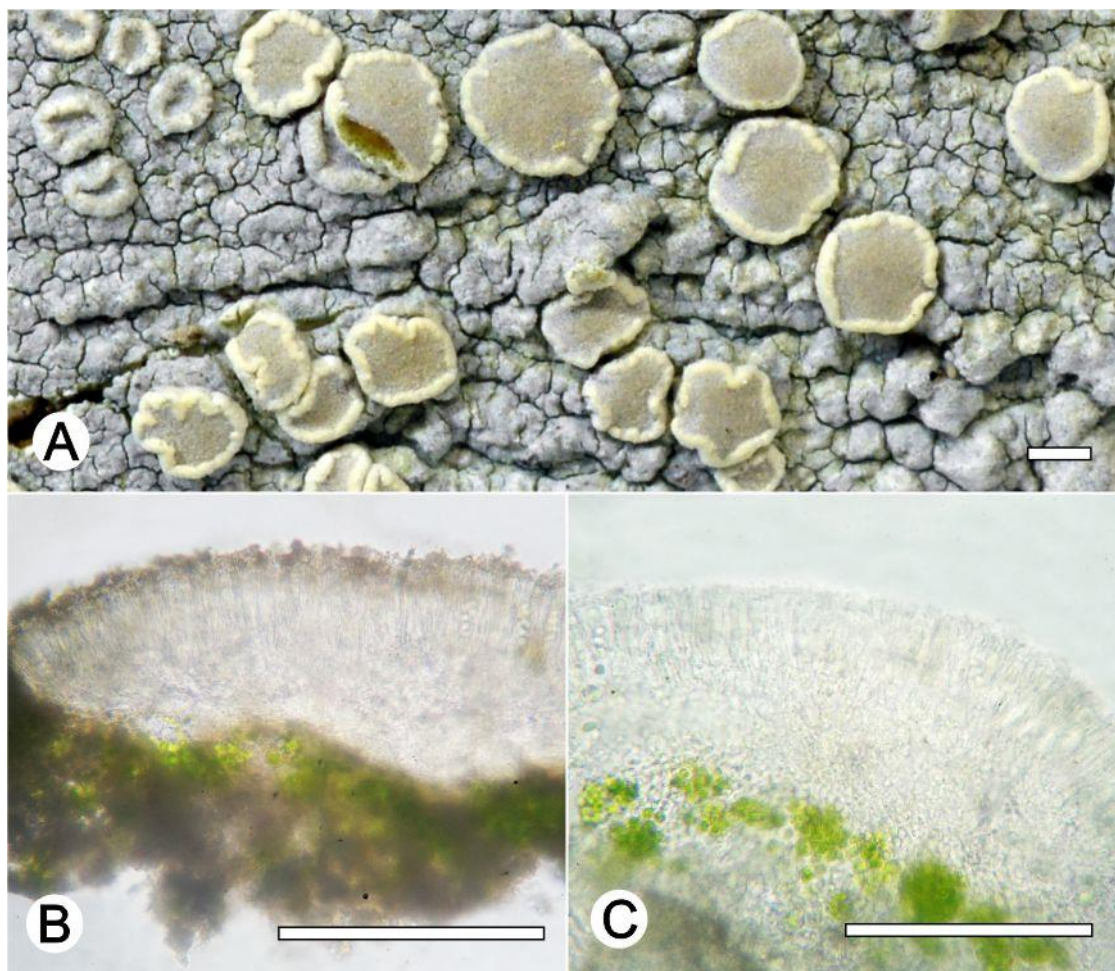


Figure 4. *Lecanora glaucomodes*. (A) Thallus with ascomata (ISE-46533); (B) Apothecial section in water (ISE-46533); (C) Apothecial section after KOH treatment (ISE-46533). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 µm

Lecanora irregularicrocea L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking sp. nov. (Figure 5).

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The name refers to the strongly flexuose apothecial margins.

Typus: BRAZIL, Rio de Janeiro, Parque Nacional de Itatiaia, Itatiaia, S 22°33', W 42°19', on bark of unidentified tree, 11–14 October 2016, M.E.S. Cáceres s.n. (ISE-38135, holotype; ITS Genbank No. xxx).

Diagnosis: The new species can be distinguished from the somewhat similar species

Lecanora coronulans Nyl. by the strongly irregularly and flexuose apothecium margin and larger ascospores.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 3 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, rimose to verruculose, white yellowish to whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or whitish grey. Apothecia adnate to sessile, 0.2–1.8 mm diam.; disc brown to dark brown, epruinose, flat to convex; margin slightly paler than the thallus, prominent, flexuose, smooth, entire, sometimes strongly flexuose, whitish to whitish grey. Amphithecium with small and large crystals (= *melacarpella*-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 50–62.5 µm high; epihymenium dark red-brown to dark brown without crystals, pigmentation not altered by KOH (= *glabrata*-type), c. 12 µm high.

Hypothecium reddish brown. Ascospores 8 per ascus, broad ellipsoid, (12–) 13–17(–18) $\times$ 7–10 μm . Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P–, UV–. TLC: atranorin, zeorin.

Habitat and distribution: on bark of tree in Itatiaia rain forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Rio de Janeiro, Parque Nacional de Itatiaia, Itatiaia, S 22°33', W 42°19', on bark of unidentified tree, 11–14 October 2016, M.E.S. Cáceres s.n. (ISE-38120, ISE-38132).

Notes: *Lecanora irregularicrocea* represents a hitherto undescribed member of the *L. coronulans* group. All species of this group have a pigmented hypothecium and occur exclusively in the tropics [31]. This new species is similar to an assemblage of taxa that occurs in Brazil: *Lecanora concilianda* Vain., *L. concilians* Nyl., *L. coronulans* Nyl., *L. hypocrocina* Nyl. All agree in the more or less brown to dark brown apothecial disc and the *melacarpella*-type amphithecium. *Lecanora concilianda* was described from Brazil; *L. concilians* originates from Colombia, whereas *L. coronulans* and *L. hypocrocina* were described from Cuba.

The differences between the five species are mainly morphological and in part chemical: *Lecanora concilianda* and *L. concilians* differ in spore size and thallus morphology; *L. coronulans* can be distinguished by its smaller apothecia and the presence of zeorin, and *L. hypocrocina* is different from all other species by the KOH+ red to purple reaction of the hypothecium (boryquinone). The new species somewhat resembles *L. coronulans* in the presence of zeorin, but differs in the strongly irregularly and flexuose apothecium margin and larger ascospores (13–17 $\times$ 7–10 μm vs. 9.5–14 $\times$ 5–8 μm).

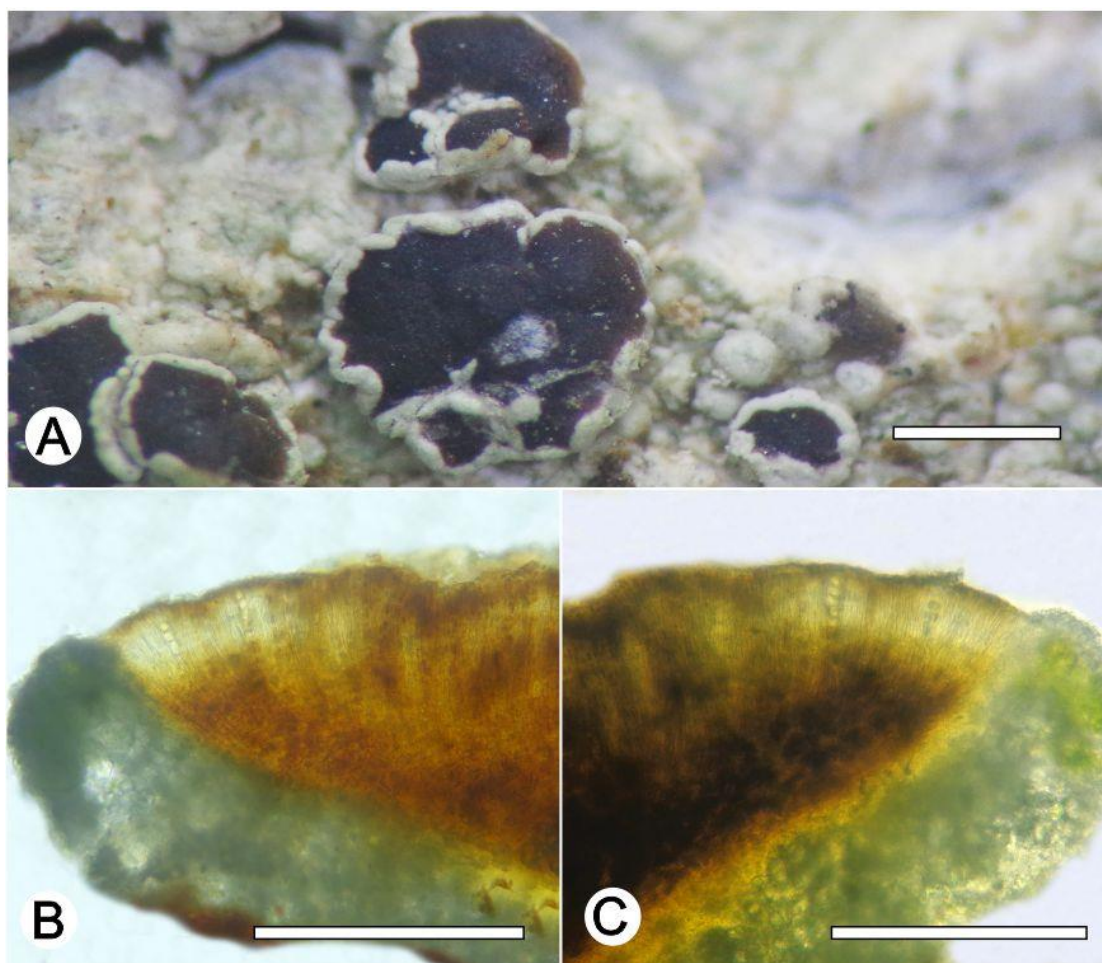


Figure 5. *Lecanora irregularicrocea* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-38135); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-38135); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-38135). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 µm.

Lecanora neohelva L.A. Santos, M. Cáceres & Aptroot, sp. nov. (Figure 6)
MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The epithet is taken from the Latin neo-, meaning no, and helva, referring similar species *Lecanora helva*.

Typus: BRAZIL, Minas Gerais, Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Catas Altas, S 7°2'1", W 36°3'1", on bark of unidentified tree, 17-25 May 2021, L. A. Santos & A. Aptroot (ISE-52342, holotype; CGMS, isotype; ITS Genbank No. xxxx)

Diagnosis: The new species can be distinguished by the very green thallus, pale orange apothecial discs, larger apothecia and larger ascospores than in the *Lecanora helva*. The phylogenetic tree also indicate it forms an independent clade.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 2.5 cm wide, c. 0.1 mm thick, continuous, rimose, green to whitish green, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or greyish black. Apothecia adnate, 0.5–1.5 mm diam.; disc pale orange to yellowish orange, epruinose, flat to convex; margin slightly paler than the thallus, prominent, becoming excluded or persisting, smooth to verruculose. Amphithecium with large and small crystals (=melacarpella-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 50–75 µm high; epihymenium pale yellow to yellowish brown, with small crystals and pigment soluble in KOH (=chlarotera-type), c. 10 µm high. Hypothecium hyaline to pale yellowish

(intensifying in KOH). Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (10–) 12–15 × 5–7 μ m. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P–, thallus UV+ pink, apothecia disc UV+ green. TLC: atranorin, '2-O-methylperlatolic.

Habitat and distribution: On exposed trees in campo rupestre; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL: Minas Gerais, Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Catas Altas, S 7°2'1", W 36°3'1", on bark of unidentified tree, 17–25 May 2021, L. A. Santos & A. Aptroot (ISE-52303, ISE-52314, ISE-52319, CGMS);

Notes: This species can be recognized by the pale orange apothecial discs, the *chlarotera*-type epihymenium, and the greenish thallus. *Lecanora helva* Stizenb. is morphologically similar, but can be distinguished by the smaller apothecia (0.4–1.0 mm diam. vs. 0.5–1.5 mm diam.) and smaller ascospores (5–7 × 10–13.5 μ m vs. 12–15 × 5–7 μ m). *Lecanora stramineoalbida* Vain. is another similar species, which differs in having a reddish brown hypothecium.

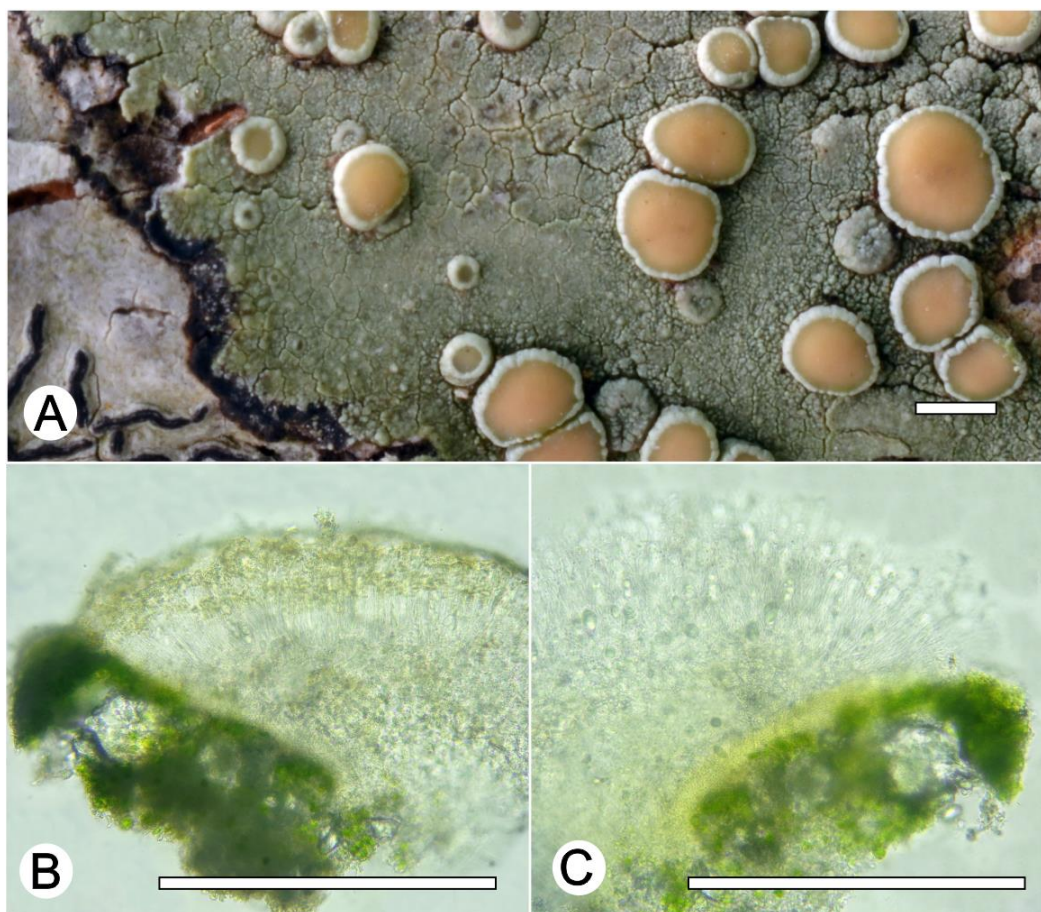


Figure 6. *Lecanora neohelva* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-52342); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-52342); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-52342). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 μ m.

Lecanora neomerrillii L.A. Santos, Aptroot, M. Cáceres & Lüking, nom. nov. (Figure 7)

MYCOBANK MB XXXX

Synonym: *Lecanora caesiorubella* Ach. subsp. *merrillii* Imshaug & Brodo, Nova Hedwigia 12: 28. 1966. Type species – U.S.A. CALIFORNIA: Berkeley, 1893, M.A. Howe [= Cummings & Seymour, Decades of North American Lichens I, 133] (MSC, holotype).

Description specimens examined: Thallus crustose, corticolous, up to 7 cm wide, c. 0.1 mm thick, continuous, rimose to verruculose, whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or greyish black. Apothecia adnate, 0.5–2 mm diam.; disc pale yellow to brownish orange, carneous, whitish grey pruina, flat to convex; margin slightly paler than the thallus, prominent, becoming excluded or persisting, crenate. Amphithecium with small crystals which are dissolving in KOH (=allophana-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 50–62.5 µm high; brown to dark brown with pigment and small crystals dissolving in KOH (=chlarotera-type), c. 12 µm high. Hypothecium hyaline. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (14–) 15–18 × 8–12 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus K⁺ yellow, C[–], P⁺ orange to red, UV[–]. TLC, Chemotype I: atranorin and norstictic aci., Chemotype II: atranorin and protocetraric acid.

Sequenced specimens examined: Chemotype I: BRAZIL, Minas Gerais, Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Catas Altas, S 7°2'1", W 36°3'1", on bark of unidentified tree, 17–25 May 2021, L. A. Santos s.n. (ISE–, CGMS–, 52228, 52387, 52244, 52231, 52108); Chemotype II: Minas Gerais, Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Catas Altas, S 7°2'1", W 36°3'1", on bark of unidentified tree, 17–25 May 2021, L. A. Santos s.n. (ISE–, CGMS– 52273); Rio de Janeiro, Parque Nacional de Itatiaia, Itatiaia, Est. Agulhas Negras, S 22°22'31", O 44°39'44", on bark of undertermined tree, 12–13 October 2016, Cáceres s.n. (ISE–38146, ISE–38149, ISE–38151).

Notes: This taxon of the *Lecanora caesiorubella* morphotype with pruinose apothecia can be separated into two chemotypes. Chemotype I, characterized by the presence of norstictic acid and atranorin; and Chemotype II, with atranorin, protocetraric acid, and undefined fatty acids, but lacking norstictic acid. Also phylogenetically (Figure 1), the sequences generated for this material clustered into two distinct subclades, one with specimens that produce norstictic acid and atranorin, which agree with subsp. *merrillii* [33, 34, 35]. The other produces atranorin, protocetraric acid, undefined fatty acids (except the specimen ISE-52273) and lacks norstictic acid. Based on the chemistry, part of our material agrees with the *L. albella* (Chemotype I). However, *Lecanora albella* has smaller apothecia and ascospores [34], additionally, the new sequences generated in the present work form a clade distinct of Genbank sequences identified as *L. albella* (Figure 1). It is therefore recognized at species level. Therefore, we proposed the new name *Lecanora neomerrillii*, because there is already *Lecanora merrillii* Nyl, as e.g. mentioned by Brodo et al. [35].

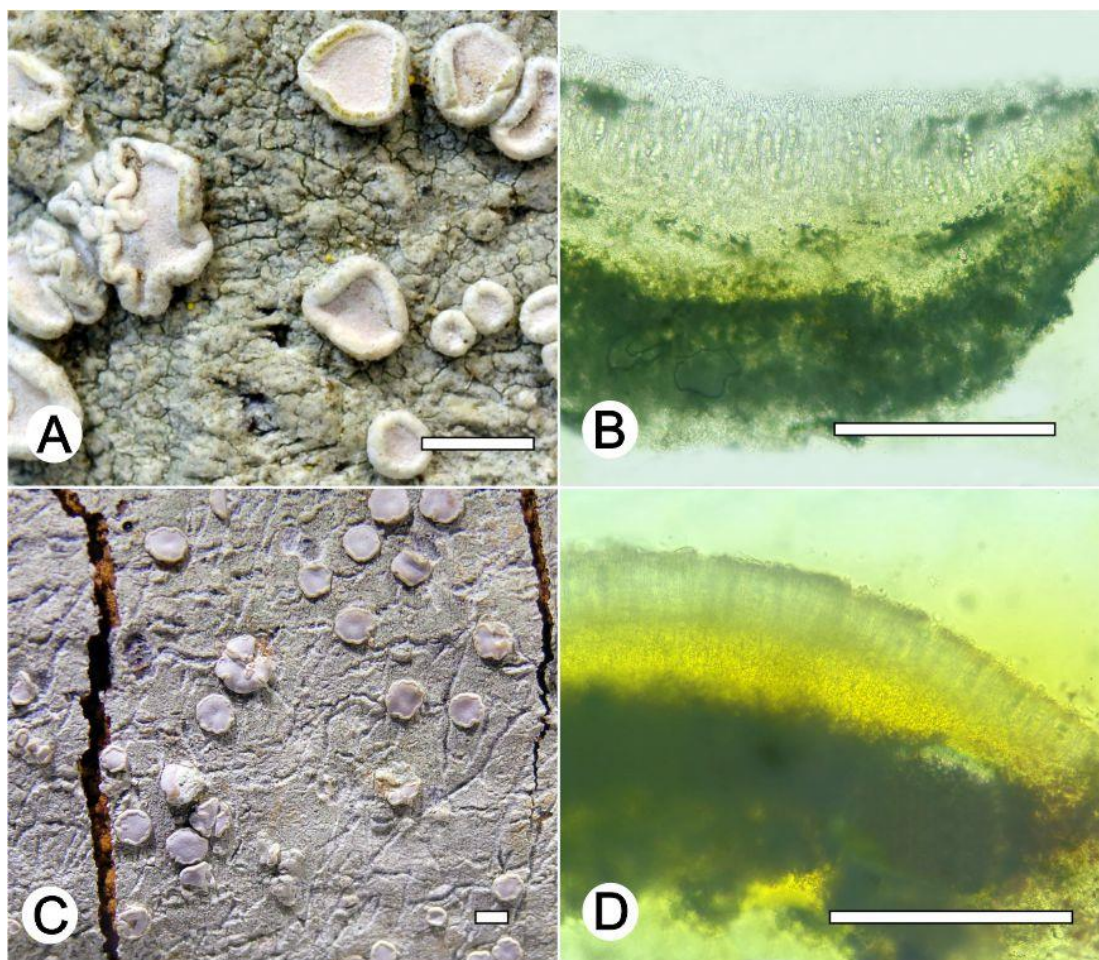


Figure 7. *Lecanora neomerrilli* nom. nov. (A) Thallus with ascomata (ISE-38146); (B) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-38146); (C) Thallus with ascomata (ISE-52228); (D) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-52228). Scale bars: A–C, 1 mm; B–D, 100 µm.

***Lecanora nigrilobulata* L.A. Santos, M. Cáceres & Aptroot, sp. nov.**
(Figure 8)

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: named after the immersed, very irregular apothecia that somewhat resembles black paint spots.

Typus: BRAZIL, Minas Gerais, Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Catas Altas, S 7°2'1", W 36°3'1", on sandstone, 17–25 May 2021, L. A. Santos & A. Aptroot (ISE-52239, holotype; CGMS, isotype; ITS Genbank No. xxxx).

Diagnosis: *Lecanora nigrilobulata* is similar to *L. subimmersa* (Fée) Vain. and *L. oreinoides* (Körb.) Hertel & Rambold in the immersed apothecia, areolate thallus, but can be distinguished by the hypothecium colour.

Description: Thallus crustose, saxicolous, up to 3 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, puzzle shaped areoles, whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or black. Apothecia immersed to adnate, 0.8–1.8 mm diam.; disc black, epruinose, flat; margin concolourous with the thallus, prominent, becoming excluded or persisting, areolate. Amphithecium with large crystals which are not dissolving in KOH (=pulicaris-type), parathecium with small crystals. Hymenium dark brown, 50–75 µm high; epihymenium black to greenish black, the pigment turning green in KOH, without crystals (gangaleoides-type), c. 15 µm high.

Hypothecium dark brown. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (8–) 10–13(–15) $\times$ 5–7.5 μ m. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P–, UV–. TLC: atranorin.

Habitat and distribution: On exposed sandstone in campo rupestre; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Minas Gerais, Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Catas Altas, S 7°2'1", W 36°3'1", on sandstone, 17–25 May 2021, A. Aptroot & L. A. Santos (ISE–, CGMS–, 51230, 51622).

Notes: The new species is characterized by an areolate thallus and large, immersed apothecia with black disc and dark brown hypothecium. In the field, *L. nigrilobulata* can be confused with *L. oreinoides* (Körb.) Hertel & Rambold, but the latter differs by the shape of the areoles, which are becoming almost rounded, and the hyaline hypothecium. *Lecanora nigrilobulata* is also similar to *L. subimmersa* (Fée) Vain., but the latter has a non-areolatethallus surface, brown apothecial disc and hyaline hypothecium.

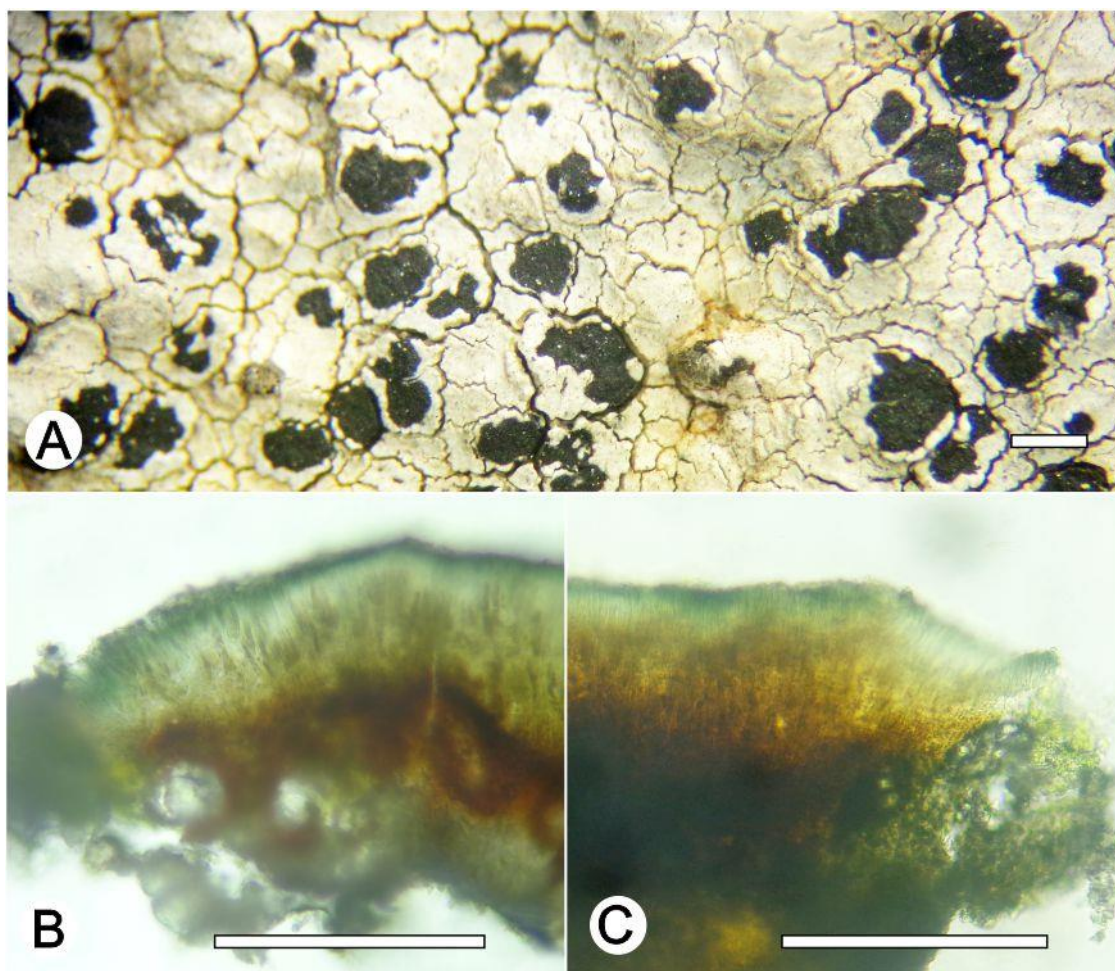


Figure 8. *Lecanora nigrilobulata* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-52239); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-52239); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-52239). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 μ m.

Lecanora notatictria L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov. (Figure 9)

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The name refers to the presence of notatic, isonotatic, subnotatic acids.

Typus: BRAZIL, Pernambuco, Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, S 8°30'20.7", W 37°16'34.3", on bark of unidentified tree, 13–15 August 2017, L. A. Santos s.n. (ISE-46529, holotype; ITS Genbank No. xxx).

Diagnosis: The new species differs from the similar species *Lecanora leprosa* Fée and *L. notatica* Guderley by the chemistry and morphology.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 2 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, rimose to verruculose, whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or whitish grey. Apothecia adnate, 0.3–0.8 (–1) mm diam.; disc pale yellow to brownish orange, epruinose, flat to convex; margin persistent, white, thick, entire, somewhat crenulate. Amphithecium with large crystals which are not dissolving in KOH (= *pulicaris*-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, (–37.5) 45–62 µm high; epihymenium brown to yellowish-brown with the pigment and crystals soluble in KOH (= *chlarotera*-type), c. 12 µm high. Hypothecium hyaline. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (8–) 10–13 (–14) × 5–8 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, PD–, UV–. TLC: atranorin, usnic acid, notatic, isonotatic, subnotatic.

Habitat and distribution: On exposed trees in Caatinga forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Paraíba, Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda das Almas, São José dos Cordeiros, S 7°28'15", W 36°53'51", on bark of unidentified tree, 22 August 2017, L. A. Santos s.n. (ISE-46519, ISE-57412, ISE-54331, ISE-46539b, ISE-46550).

Notes: *Lecanora notatictria* can readily be identified by the pale yellow to brownish orange apothecial discs, the *pulicaris*-type amphithecium, a *charotera*-type epihymenium and the presence of atranorin, usnic acid, and notatic, isonotatic and subnotatic acids. Morphologically this species resembles *Lecanora achroa* Nyl., *L. helva*, *L. leprosa* Fée and *L. parachroa* L.A.Santos, J.G.Cavalcante & M.Cáceres, but is readily distinguished by its different chemistry. Notatic and subnotatic also occur in *L. notatica* Guderley, but this species has larger apothecia and in addition contains confluent acid [29].

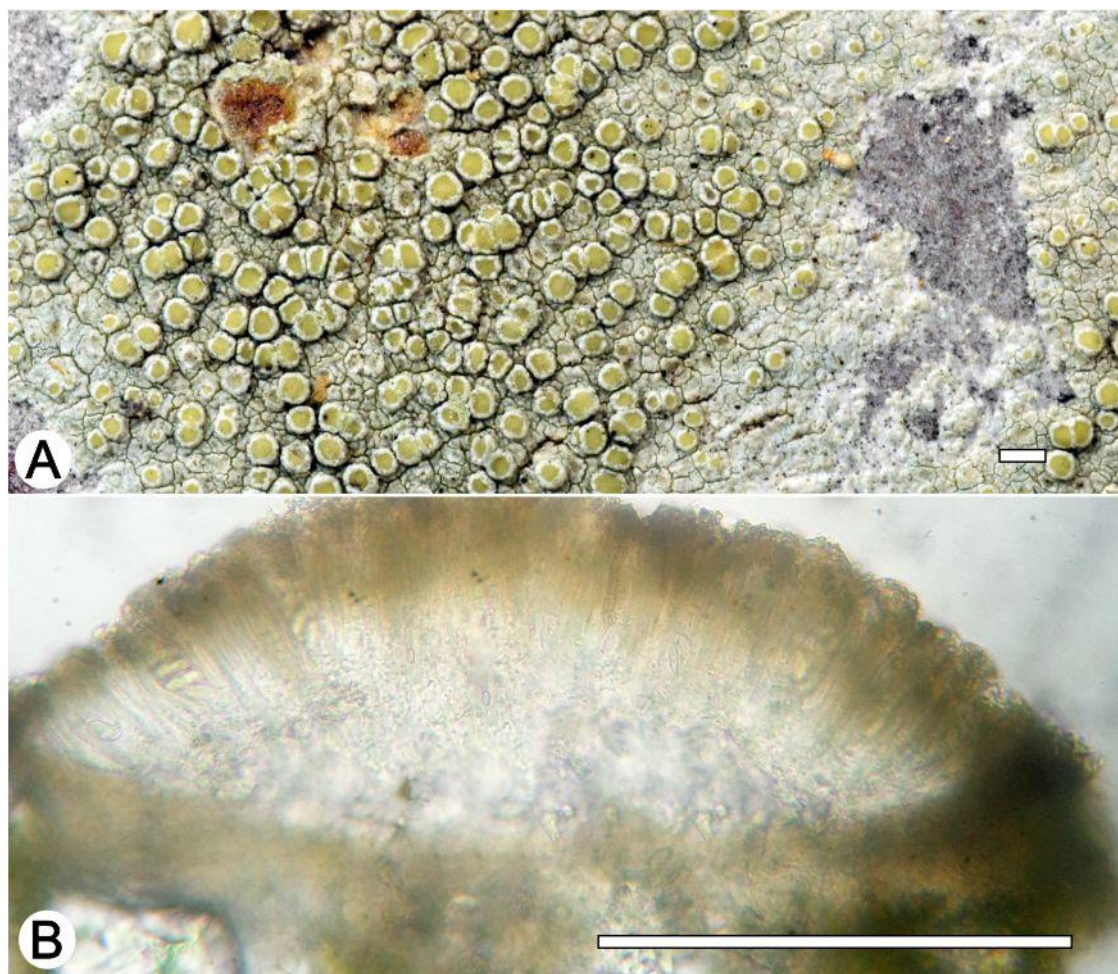


Figure 9. *Lecanora notatictria* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-46529); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-46529). Scale bars: A, 1 mm; B, 100 µm.

Lecanora pallidachroa L. A. Santos, Aptroot & M. Cáceres, sp. nov. (Figure 10)

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The epithet is taken from the Latin *pallid-*, meaning pale, and *achroa*, referring similar species *Lecanora achroa*.

Typus: BRAZIL, Pernambuco, Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque; 8°30'26.7"S, 37°18'50.9"W, on bark of unidentified tree, 13–15 August 2017, L. A. Santos s.n. (ISE 54332a, holotype; ITS Genbank No. xxx).

Diagnosis: The new species can be distinguished from the somewhat similar species *Lecanora achroa* by the disc paler orange.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 1.5 cm wide, c. 0.1 mm thick, continuous, rimose to verruculose, whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or black. Apothecia adnate, 0.2–0.7 mm diam.; disc pale yellow to yellowish orange, epruinose, flat to slightly concave; margin concolourous the thallus, becoming excluded or persisting, smooth to crenate. Amphithecium with large crystals which are not dissolving in KOH (=pulicaris-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 50–62.5 µm high; epihymenium brown to yellowish-brown with the pigment and crystals soluble in KOH (=chlarotera-type), c. 12 µm high. Hypothecium hyaline. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (7.5–) 10–12 (–15) × 5–7.5 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, PD–, UV–. TLC: atranorin.

Habitat and distribution: On exposed trees in Caatinga forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL. Alagoas, Pedra Talhada private area, 9°15'S, 36°25'35"W, ca. 500 m; on wooden pole, 21–23 Oct. 2017, M.E.S. Cáceres & A. Aptroot (ISE–, ABL–, 42602c)

Notes: *Lecanora pallidachroa* is most likely to be confused with *L. achroa*, but differs in the paler orange disc, the smaller ascospores (7.5–) 10–12 (–15) × 5–7.5 vs. 11–16 × 5–8), and the absence of usnic acid.

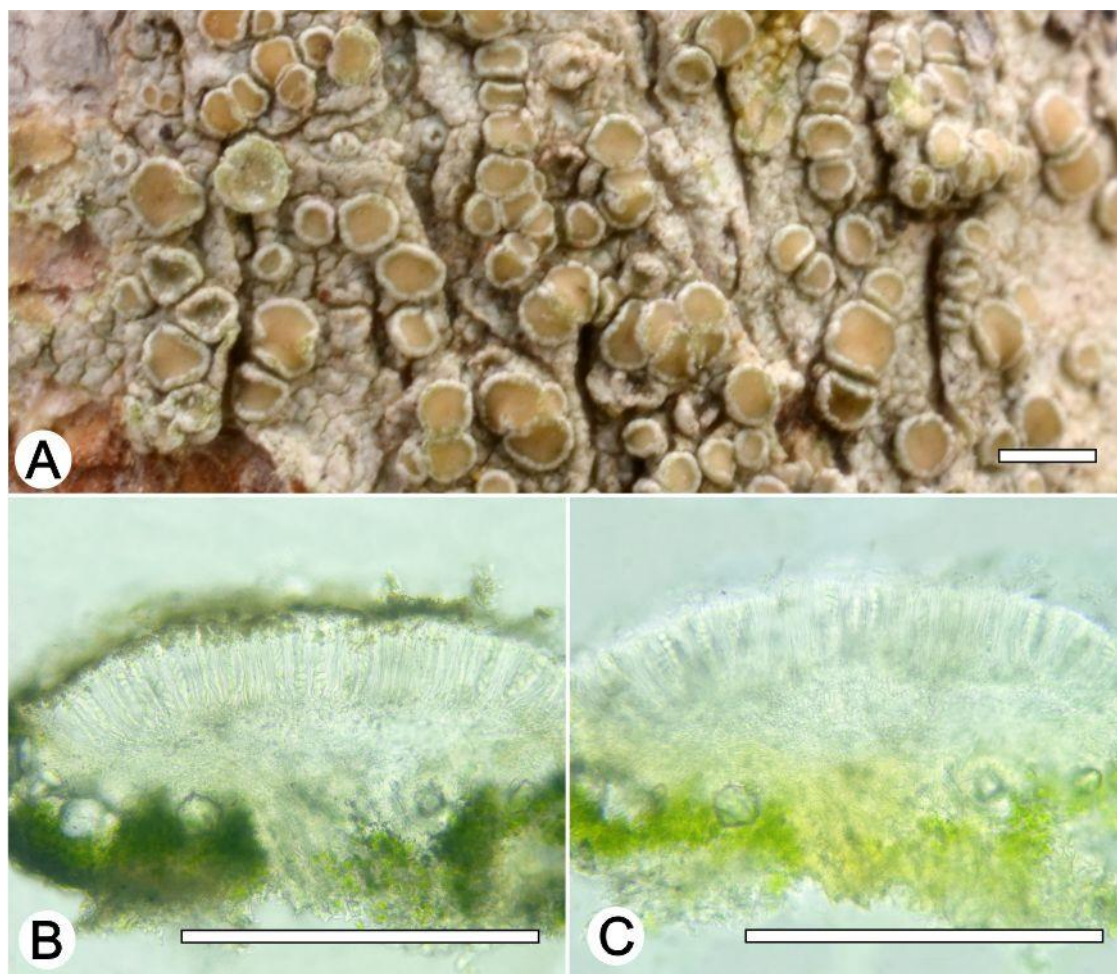


Figure 10. *Lecanora pallidachroa* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-54332a); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-54332a); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-54332a). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 µm.

Lecanora parahelva L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot and Lücking, sp. nov. (Figure 11)

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The epithet refers to the superficial morphological similarity of the new species with *L. helva*.

Typus: BRAZIL, Sergipe, Monumento Natural Grota do Angico, Poço Redondo, S 9°39'39.7", W 37°41'09.7", on bark of unidentified tree, 24 November 2016, L. A. Santos s.n (ISE-54323, holotype; ITS Genbank No. xxxx).

Diagnosis: The new species differs from the similar species *Lecanora helva* by the presence of the alecronic acid.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 3 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate, rimose to verruculose, yellow to pale orange, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or black to greyish black. Apothecia adnate, 0.2–1.5 mm diam.; disc pale yellow to yellowish orange, epruinose, flat to convex; margin concolourous slightly paler than the thallus, prominent, persisting, thick, entire to wavy, smooth. Amphithecium with small and large crystals (=melacarpella-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 40–62.5 µm high, inspersed; epihymenium brown to yellowish-brown, the pigment and small crystals soluble in KOH (=chlarotera-type), c. 10 µm high. Hypothecium hyaline to pale yellowish (intensifying in KOH). Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, (8–) 10–12 × 5–7 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: K+ yellow, C–, P–, medulla apothecial UV+ greenish-white, thallus UV+ orange. TLC: atranorin, 2-chloro-6-O-methylnorlichexanthone, 4,5 dichloronorlichexanthone and alecronic acid.

Habitat and distribution: On exposed trees in Caatinga forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: Sergipe, Monumento Natural Grotta do Angico, Poço Redondo, S 9°39'39.7", W 37°41'09.7", on bark of unidentified tree, 24 November 2016, L. A. Santos s.n. (ISE-57414); Pernambuco, Parque Nacional Vale do Catimbau, Buíque, S 8°33'29.1", W 37°13'58.3", on bark of unidentified tree, 13–15 August 2017, L. A. Santos s.n. (ISE-46531, ISE-46532, ISE-54324, ISE-54326, ISE-54333, ISE-54325, ISE-46523, ISE-46528b, ISE-46530); BAHIA, Estação Ecológica Raso da Catarina, Paulo Afonso, S 9°39'58.8", W 38°28'05.2", on bark of unidentified tree, 10–12 October 2021, L. A. Santos s.n. (ISE-53991, ISE-53989).

Notes: *Lecanora parahelva* is chemically characterized by the presence of alecronic acid in addition to atranorin, 2-chloro-6-O-methylnorlichexanthone and 4,5 dichloronorlichexanthone. Anatomically it can be recognized by the presence of yellow thallus, large apothecia with margins slightly paler than the thallus.

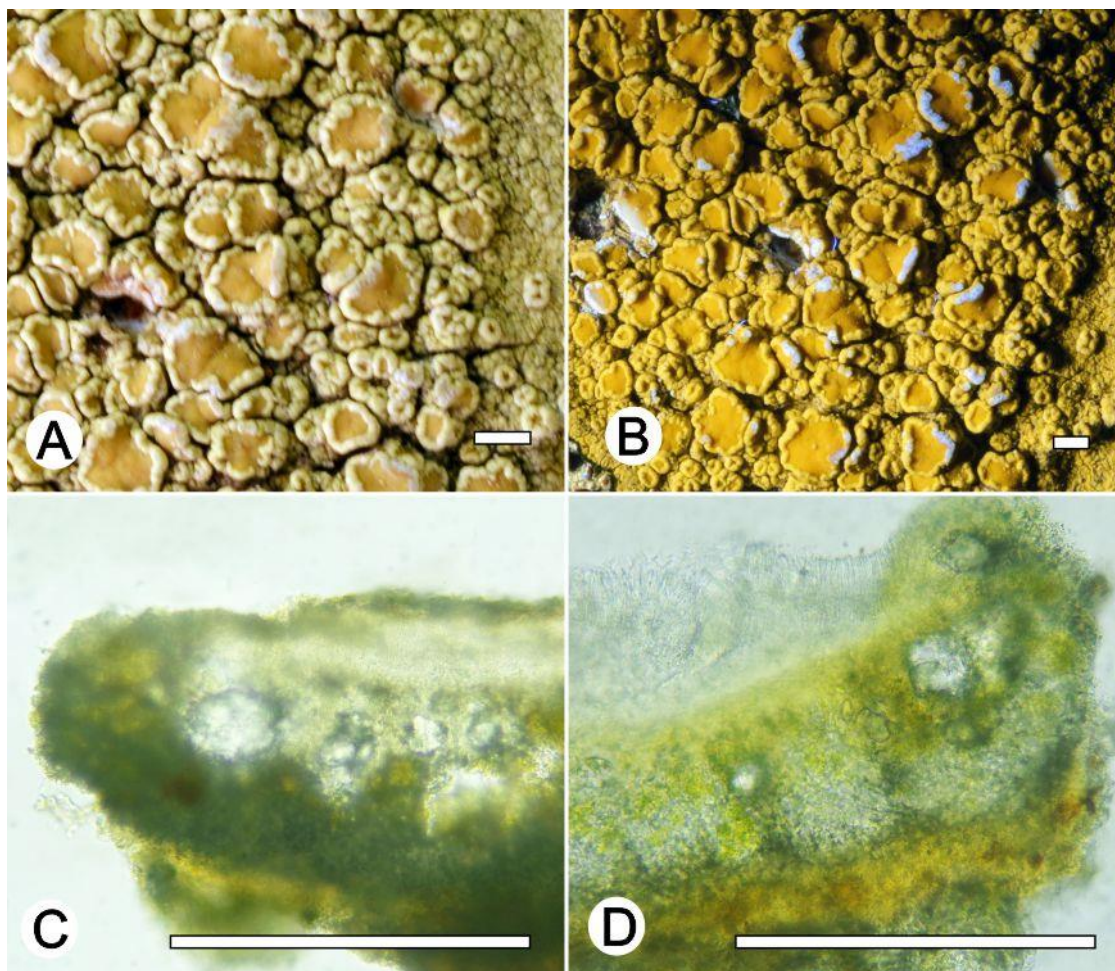


Figure 11. *Lecanora parahelva* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-54323); (B) Medulla UV+ greenish white (holotype ISE-54323); (C) Apothecial section in water (holotype ISE-54323); (D) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-54323). Scale bars: A–B, 1 mm; C–D, 100 µm.

***Lecanora saepiphila* L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking, sp. nov.**
(Figure 12)

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The epithet is taken from the Latin *saepi phila*, meaning fence, referring to the substrate which the new species was collected.

Typus: BRAZIL, Alagoas, Pedra Talhada private area, S 9°15', W 36°25'35", ca. 500 m; on wooden pole, 21–23 October 2017, M.E.S. Cáceres & A. Aptroot (ISE-42612b, holotype; ABL, isotype; ITS Genbank No. xxxx).

Diagnosis: The new species differs from the similar species *Lecanora achroa* by the absence of the usnic acid.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 1.8 cm wide, c. 0.1 mm thick, continuous, thin, white to whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or greyish black. Apothecia adnate, 0.3–0.8 (–1) mm diam.; disc pale orange to orange brownish yellow, epruinose, flat to convex; margin concolourous with the thallus, prominent, persisting, entire to wavy, smooth. Amphithecium with large crystals which are not dissolving in KOH (=pulicaris-type), parathecium with small crystals. Hymenium hyaline, 42–62.5 µm high; epihymenium brown to yellowish brown, the pigment and small crystals soluble in KOH (=chlarotera-type), c. 12 µm high. Hypothecium hyaline. Ascospores 8 per ascus, ellipsoid, 0.8–10 × 5–6 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P–, apothecia disc UV+ green. TLC: atranorin, '2-O-methylperlatolic.

Habitat and distribution: On wooden pole in Pedra Talhada rain forest remant; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Alagoas, Pedra Talhada private area, S 9°15', W 36°25'35", ca. 500 m; on wooden pole, 21–23 October 2017, M.E.S. Cáceres & A. Aptroot (ISE–, ABL–, 42602b).

Notes: *Lecanora saepiphila* is characterized by the small apothecia with pale orange to orange brownish apothecial discs, which are UV+ green. Morphologically it is similar to *L. achroa* and *L. parachroa*. However, both species have slightly larger ascospores. Moreover, those two species can be readily distinguished from *L. saepiphila* by their different chemistry; in addition to atranorin, *L. achroa* produces usnic acid and *L. parachroa* an unidentified fatty acid [16].

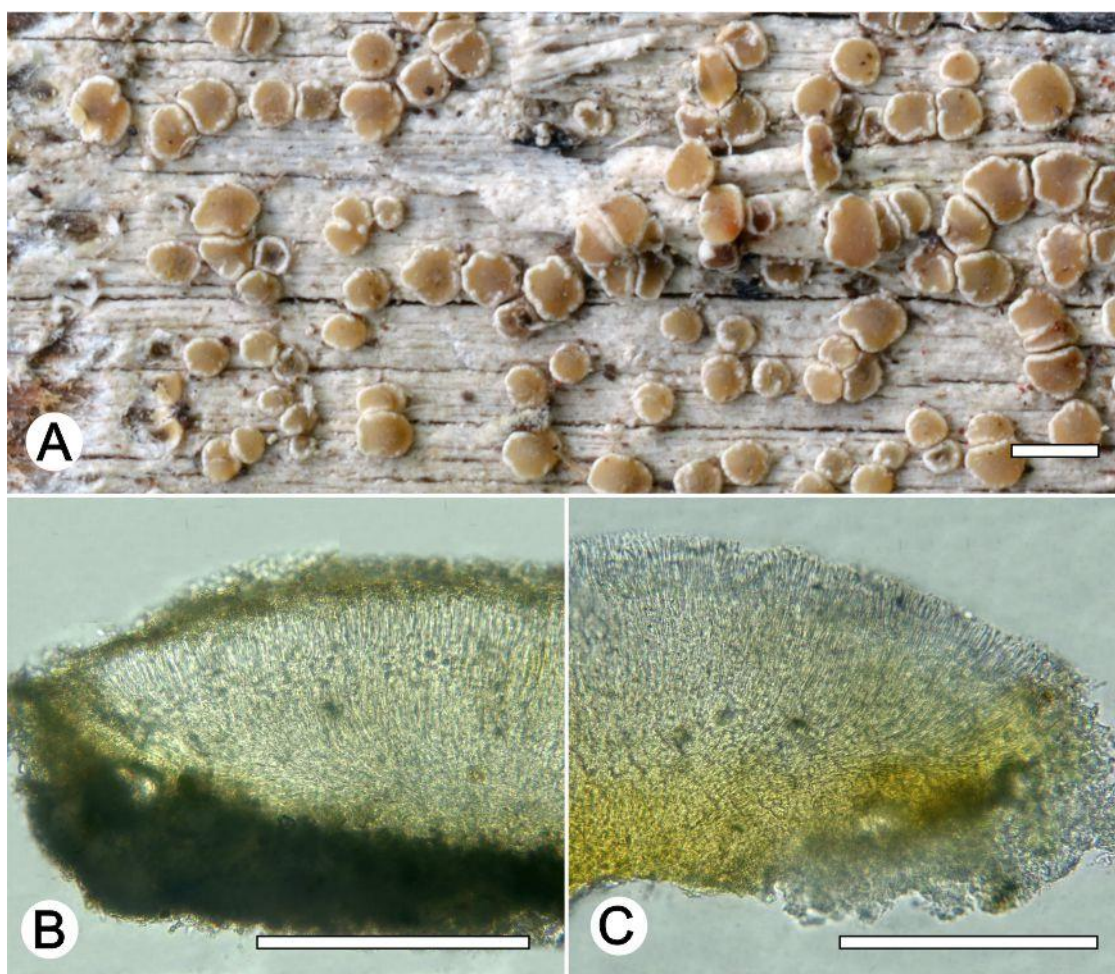


Figure 12. *Lecanora saepiphila* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-42612b); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-42612b); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-42612b). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 µm.

Lecanora xanthoverrucosa L.A. Santos, M. Cáceres, Aptroot & Lücking sp. nov. (Figure 13).

MYCOBANK MB XXXX

Etymology: The name refers to strongly verrucose thallus and apothecial margins and to the presence of lichexanthone.

Typus: BRAZIL, Sergipe, Monumento Natural Grota do Angico, Poço Redondo; S 9°39'39.7", W 37°41'09.7", on bark of unidentified tree, 24 November 2016, L. A. Santos s.n. (ISE-52394, holotype; ITS Genbank No. xxx).

Diagnosis: The new species can be distinguished from the somewhat similar species *Lecanora coronulans* Nyl. by the verrucose thallus and apothecial margins and smaller ascospores.

Description: Thallus crustose, corticolous, up to 3 cm wide, c. 0.1 mm thick, areolate to densely verrucose, whitish grey, dull, epruinose. Soredia absent. Prothallus absent or blackish grey. Apothecia adnate, 0.3–0.9 mm diam.; disc dark brown to black, epruinose, flat to convex; margin concolourous with thallus, prominent, crenate or verruculose to densely verrucose, whitish to whitish grey. Amphithecium with small and large crystals (= *melacarpella*-type), parathecium with crystals. Upper part of hymenium brownish, lower part hyaline, 50–62.5 µm high; epihymenium brownish with crystals, pigmentation not altered by KOH (= *pulicaris*-type), c. 12 µm high. Hypothecium reddish brown. Ascospores 8 per ascus, broad ellipsoid, (7.5–) 8–11(–12) × 5–7 µm. Pycnidia not observed.

Chemistry: Thallus and apothecia margin K+ yellow, C–, P–, UV+ yellow. TLC: atranorin and a xanthone, possibly lichexanthone.

Habitat and distribution: On exposed trees in Caatinga forest; known only from Brazil.

Additional sequenced specimens examined: BRAZIL, Sergipe, Monumento Natural Grota do Angico, Poço Redondo; S 9°39'39.7", W 37°41'09.7", on bark of unidentified tree, 24 November 2016, L. A. Santos s.n. (ISE-46520); Povoado Rio dos Negros, Carira; S 9°29', W 37°48', on bark of unidentified tree, 14 November 2019, L. A. Santos s.n. (ISE-52392, ISE-52393); Alagoas, Pedra Talhada private area, S 9°15', W 36°25'35", ca. 500 m; on wooden pole, 21–23 October 2017, M.E.S. Cáceres & A. Aptroot (ISE-42608c; ABL); Bahia, Lençóis, Chapada Diamantina; S 12°33'33", W 41°23'20", on bark of unidentified tree, 21 July 2017, M.E.S. Cáceres & A. Aptroot (ISE–, ABL–, 40532c)

Notes: *Lecanora xanthoverrucosa* represents another undescribed member of the *L. coronulans* group. It resembles *L. coronulans*, *L. hypocrocina* and *L. egranulosa* Nyl., but can be readily distinguished by the pigmentation of the epihymenium, the verruculose thallus, and the presence of a xanthone.

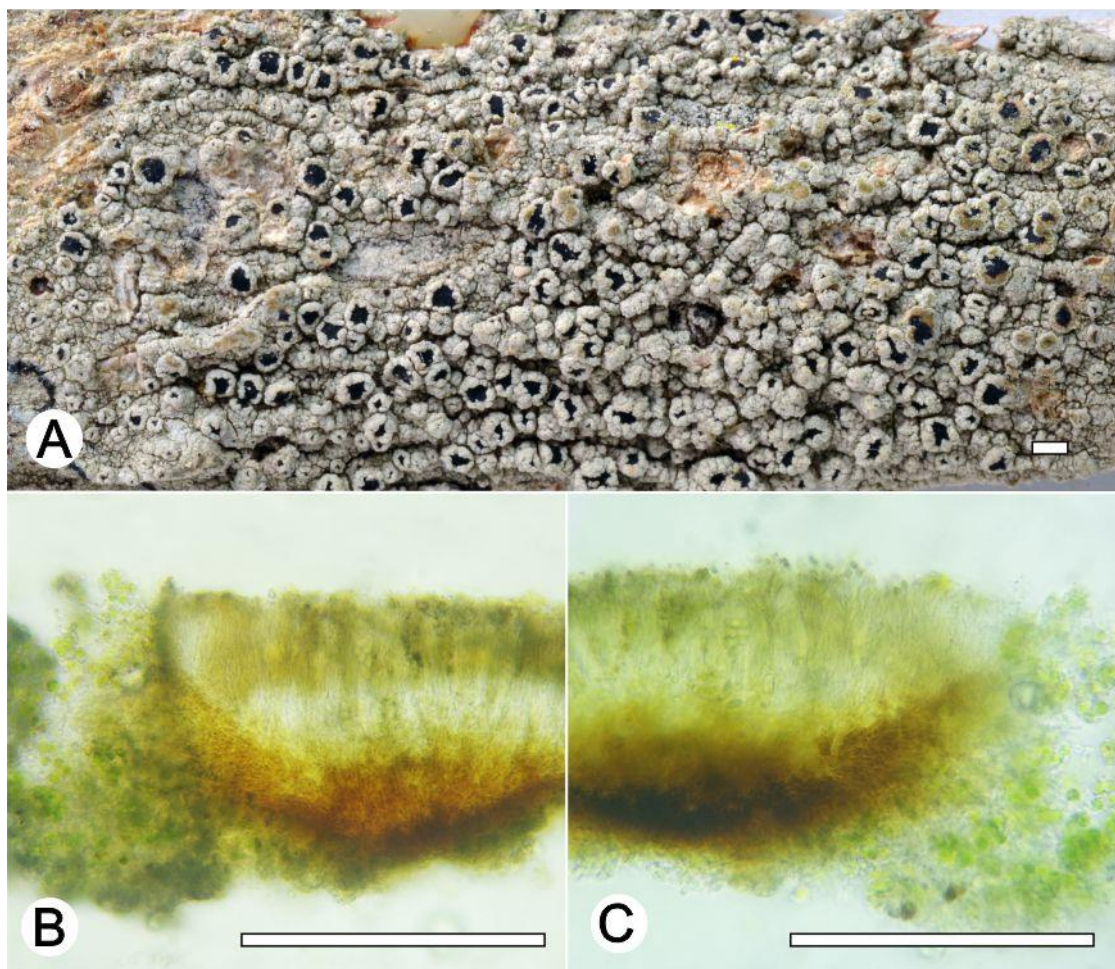


Figure 13. *Lecanora xanthoverrucosa* sp. nov. (A) Thallus with ascomata (holotype ISE-52394); (B) Apothecial section in water (holotype ISE-52394); (C) Apothecial section after KOH treatment (holotype ISE-52394). Scale bars: A, 1 mm; B–C, 100 μ m.

4. Discussion

The circumscription of species within of *Lecanora* s.lat. remains complex and many studies focusing on delimitation of groups within this genus have been inconclusive [12, 15, 8, 37, 1]. The aim of this study was to illustrate the diversity of the genus in its broad sense in Brazil, not to discuss segregation of smaller genera and the delimitation of *Lecanora* s.str. We therefore treat this group as *Lecanora* s.lat.

The few tropical *Lecanora* specimens sequenced so far are mainly from the Paleotropics (39, 7) and a recent study with molecular data focusing on Bolivia [32]. With additional sequences from Brazil, we found that some of the species identifications of published sequences are incongruent; for example, the GenBank (GB) sequences identified as *L. vainioi* from Thailand were clustered in a distinct branch separate from the Brazilian material, the type of *L. vainioi* being is from Brazil [38]. Consequently, the Brazilian specimens are likely to represent *L. vainioi* s.str. and the two Thai GB sequences are something else. Our phylogenetic analyses shown that some morphologically similar specimens were recovered in separate strongly supported lineage and/or clades (Figure 1).

Species having a dark hypothecium did not cluster in a monophyletic group, as also demonstrated previously [7]. Nine sequenced species in our material have a dark hypothecium, and three of these are new species.

Lecanora caesiorubella is not monophyletic, as also demonstrated previously [7,8]. Our phylogeny shows a separation of the studied specimens into two subclades, both with two species (Figure 1), although all fit some traditionally recognized subspecies of *L. caesiorubella* [33, 34]. Two of them resemble each other both chemically and morphologically, viz., subsp. *merrillii* and subsp. *glaucomodes*. Curiously, all our sequences of pruinose specimens are positioned in a distinct branch of GB sequences from *L. caesiorubella*, viz. with *L. albella*, *L. farinacea* and *L. subcarnea*; similar to Medeiros et al. [32].

Our data thus confirm that ITS provides good resolution for species delimitation in the genus *Lecanora*.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: www.mdpi.com/xxx/s1, Table S1: Specimens used in the phylogenetic analysis; Supplementary file S2: ITS_ alignment dataset.

Author Contributions: Conceptualization, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; methodology, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; software, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; validation, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; formal analysis, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; investigation, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; resources, A.A. and M.E.C.; data curation, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; writing—original draft preparation, L.A.S.; writing—review and editing, V.L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; visualization, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; supervision, A.A., M.E.C and R.L.; project administration, L.A.S., A.A., M.E.C and R.L.; funding acquisition, M.E.C.

Funding: This research was funded by CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico with financial support in the Universal project (Process: 437097/2018-8), a PhD's scholarship to LAS (Process: 140847/2019-7), a research grant to MESC (309058/2015-5), and a collaborative project with RL (PVE 314570/2014-4). This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Finance Code 001, in the form of a research grant to AA as Visiting Professor at Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brazil.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Not applicable.

Acknowledgments: The authors thank Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPQ) for financially supporting this work with a PhD's scholarship to LAS, a research grant to MESC (309058/2015-5) and for financial support in the Universal project (Process: 437097/2018-8), and a collaborative project with RL (PVE 314570/2014-4). This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. We are also thankful to the laboratories of Genetics and Molecular Biotechnology (GMBIO) at Federal University of Sergipe (UFS) and Natural Products at Federal University of Pernambuco (UFPE) for yielding the structure and equipment to carry out DNA and secondary metabolite analyzes, respectively. Thanks also to the Administration of Santuário do Caraça RPPN by the permits and its employees for help during the field. The reviewers are also acknowledged for their valuable contributions.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Yakovchenko, L.S.; Davydov, E.A.; Ohmura, Y.; Printzen, C. The phylogenetic position of species of *Lecanora* s. l. containing calycin and usnic acid, with the description of *Lecanora solaris* Yakovchenko & Davydov sp. nov. *Lichenologist* **2019**, *51*, 147–156. <https://doi.org/10.1017/S0024282919000045>
2. Ivanovich, C.; Dolnik, C.; Otte, V.; Palice, Z.; Sohrabi, M.; Printzen, C.A. preliminary phylogeny of the *Lecanora saligna*-group, with notes on species delimitation. *Lichenologist* **2021**, *53*(1), 63–79. doi:10.1017/S0024282921000074
3. Śliwa, L.; Miadlikowska, J.; Redelings B.D.; Molnar, K.; Lutzoni, F. Are widespread morphospecies from the *Lecanora dispersa* group (lichen-forming Ascomycota) monophyletic? *Bryologist* **2012**, *115*, 265–277. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-115.2.265>
4. Eigler, G. Studien zur Gliederung der Flechtengattung *Lecanora*. *Dissertationes Botanicae* **1969**, *4*, 1–195
5. Brodo, I.M. The north American species of the *Lecanora subfusca* group. *Beiheft zur Nova Hedwigia* **1984**, *79*, 63–185.
6. Lumbsch, H.T.; Feige, G.B.; Elix, J.A. A revision of the usnic acid containing taxa belonging to *Lecanora* sensu stricto (Lecanorales: lichenized Ascomycotina). *Bryologist* **1995**, *98*, 561–577. <https://doi.org/10.2307/3243588>
7. Papong, K.; Boonpragob, K.; Parnmen, S.; Lumbsch, H. T. Molecular phylogenetic studies on tropical species of *Lecanora* sensu stricto (Lecanoraceae, Ascomycota). *Nova Hedwigia* **2013**, *96*(1–2), 1–13. <http://dx.doi.org/10.1127/0029-5035/2012/0072>
8. Zhao, X.; Leavitt, S.D.; Zhao, Z.T.; Zhang, L.L.; Arup, U.; Grube, M.; Pérez-Ortega, S.; Printzen, C.; Śliwa, L.; Kraichak, E.; et al. Towards a revised generic classification of lecanoroid lichens (Lecanoraceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Fungal Divers* **2016**, *78*, 293–304. <https://doi.org/10.1007/s13225-015-0354-5>
9. Kalb, K. Lichenes Neotropici, ausgegeben von Klaus Kalb. Fascikel XII (No. 476–525). Neumarkt, 1991.
10. Rodriguez-Flakus, P.; Printzen, C. *Palicella*, a new genus of lichenized fungi and its phylogenetic position within Lecanoraceae. *Lichenologist* **2014**, *46*, 535–552. <https://doi.org/10.1017/S0024282914000127>
11. Davydov, E. A.; Yakovchenko, L. S.; Hollinger, J.; Bungartz, F.; Parrinello, C.; Printzen, C. The new genus *Pulvinora* (Lecanoraceae) for species of the ‘*Lecanora pringlei*’ group, including the new species *Pulvinora stereothallina*. *Bryologist* **2021**, *124*, 242–256. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-124.2.242>
12. Arup, U.; Grube, M. Molecular systematics of *Lecanora* subgenus *Placodium*. *Lichenologist* **1998**, *30*, 415–425.
13. Arup, U.; Grube, M. Where does *Lecanora demissa* (Ascomycota, Lecanorales) belong? *Lichenologist* **1999**, *31*, 419–430.
14. Arup, U.; Grube, M. Is *Rhizoplaca* (Lecanorales, lichenized Ascomycota) a monophyletic genus? *Canadian Journal of Botany* **2000**, *78*, 318–327.
15. Grube, M.; Baloch, E.; Arup U. A phylogenetic study of the *Lecanora rupicola* group (Lecanoraceae, Ascomycota). *Mycological Research* **2004**, *108*(5), 506–514.
16. Cavalcante, J. G.; dos Santos, L.A.; Aptroot, A.; Lücking R.; Caceres, M.E.S. A new species of *Lecanora* (Ascomycota: Lecanoraceae) from mangrove in northeast Brazil identified using DNA barcoding and phenotypical characters. *Bryologist*, **2019**, *122*, 553–558.
17. Zhang, Y.; Clancy, J.; Jensen, J.; McMullin, R.T.; Wang, L.; Leavitt, S.D. Providing scale to a known taxonomic unknown—At least a 70-fold increase in species diversity in a cosmopolitan nominal taxon of lichen-forming fungi. *J. Fungi* **2022**, *8*, 490. <https://doi.org/10.3390/jof8050490>
18. White & James (1985) White, F.J.; James, P.W. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. *Brit. Lich. Soc. Bull.*, **1985**, *57*, 1–41
19. Orange, A.; James, P.W.; White, F.J. *Microchemical Methods for the Identification of Lichens*. British Lichen Society: London, UK, 2001.
20. Huneck, S.; Yoshimura, I. *Identification of Lichen Substances*. In: Identification of Lichen Substances. Springer, Berlin, Heidelberg, **1996**. https://doi.org/10.1007/978-3-642-85243-5_2
21. Gardes, M.; Bruns, T. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – Application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molec. Ecol.* **1993**, *2*, 113–118.
22. White, T.J.; Bruns, T.; Lee, S.J.; Taylor, J.L. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protoc: A Guide Methods Appl.* **1990**, *18*, 315–322.
23. Larena, I.; Salazar, O.; González, V.; Julián, M.C.; Rubio, V. Design of a primer for ribosomal DNA internal transcribed spacer with enhanced specificity for ascomycetes. *Journal of biotechnology*. **1999**, *75*(2–3), 187–194. [https://doi.org/10.1016/s0168-1656\(99\)00154-6](https://doi.org/10.1016/s0168-1656(99)00154-6)
24. Hall, T.A. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Ac. Symp. Ser.* **1999**, *41*, 95–98.
25. Katoh, K.; Standley, D.M. MAFFT Multiple Sequence Alignment Software Version 7: Improvements in Performance and Usability. *Mol. Biol. Evol.* **2013**, *30*, 772–780.

26. Katoh, K.; Asimenos, G.; H. Toh, H. Multiple Alignment of DNA Sequences with MAFFT. *Methods Mol. Biol.* **2009**, 537, 39–64. [10.1007/978-1-59745-251-9_3](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-251-9_3)
27. Stamatakis, A. RAxML-VI-HPC: Maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics* **2006**, 22, 2688–2690. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl446>
28. Rambaut, A. FigTree. Version 1.4. 2. University of Edinburgh, Edinburgh, UK. **2014**. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>
29. Guderley, R.; Lumbsch, H.T.; Elix, J.A. Four new species of *Lecanora sensu stricto* (Lecanorales, Ascomycotina) from tropical South America. *Bryologist* **2000**, 103(1), 139–144. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2000\)103\[0139:FNSOLS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2000)103[0139:FNSOLS]2.0.CO;2)
30. Lumbsch, H.T.; Messuti, M.I.; Nash III, T.H. New or overlooked species in the *Lecanora subfusca* group from southwestern North America (Lecanorales, Ascomycotina). *Bryologist* **2003**, 106(4), 552–559. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2003\)106\[552:NOOSIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2003)106[552:NOOSIT]2.0.CO;2)
31. Lumbsch, H. T.; Guderley, R.; Elix, J.A. A Revision of some species in *Lecanora sensu stricto* with a dark hypothecium (Lecanorales, Ascomycotina). *Bryologist* **1996**, 99(3), 269–91. <https://doi.org/10.2307/3244300>
32. Medeiros, I.D.; Mazur, E.; Miadlikowska, J.; Flakus, A.; Rodriguez-Flakus, P.; Pardo-De la Hoz, C.J.; Ciésłak, E.; Śliwa, L.; Lutzoni, F. Turnover of lecanoroid mycobionts and their *Trebouxia* photobionts along an elevation gradient in Bolivia highlights the role of environment in structuring the lichen symbiosis. *Front. Microbiol.* **2021**, 12, 774839. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.774839>
33. Imshaug, I.M.; Brodo I.M. Biosystematic studies on *Lecanora pallida* and some related lichens in the Americas. *Nova Hedwigia* **1966**, 12, 1–59
34. Lumbsch, H.T.; Plümper, M.; Guderley, R.; Feige, G.B. The corticolous species of *Lecanora sensu stricto* with pruinose apothecial discs. *Symbolae Botanicae Upsalienses*. **1997**, 32(1), 131–162.
35. Brodo, I.M.; Haldemann, M.; Malíček, J. Notes on species of the *Lecanora albella* group (Lecanoraceae) from North America and Europe. *Bryologist* **2019**, 122 (3): 430–450. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-122.3.430>
36. Dickhäuser, A.; Lumbsch H.T.; Feige, G.B. A synopsis of the *Lecanora subcarnea* group. *Mycotaxon* **1995**, 56, 303–323.
37. Pérez-Ortega, S.; Spribille, T.; Palice, Z.; Elix J.A.; Printzen, C. A molecular phylogeny of the *Lecanora varia* group, including a new species from western North America. *Mycological Progress* **2010**, 9, 523–535. <https://doi.org/10.1007/s11557-010-0660-y>
38. Vänskä, H. *Lecanora vainioi* and *L. ahtii*, two new lichen species from Brazil, compared with five allied species. *Annales Botanici Fennici*, **1986**, 23(2), 121–141. <http://www.jstor.org/stable/23725465>
39. Kirika, P.; Parnmen, S.; Lumbsch, H.T. Two new species of *Lecanora sensu stricto* (Lecanoraceae, Ascomycota) from East Africa. *MycoKeys* **2012**, 3, 37–47. doi: 10.3897/mycokeys.3.3201