



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SAMUEL FIGUEIREDO DE SOUZA

**FUNGOS CAUSADORES DE FERRUGENS EM PLANTAS DE
BIGNONIACEAE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

BELÉM
2023

SAMUEL FIGUEIREDO DE SOUZA

**FUNGOS CAUSADORES DE FERRUGENS EM PLANTAS DE
BIGNONIACEAE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Orientador: Dr. Antonio Hernández Gutiérrez.
Instituto de Ciências Biológicas - ICB/UFPA.

Coorientadora: Dra. Helen Maria Pontes Sotão. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Botânica Tropical da Universidade Federal Rural da Amazônia e do Museu Paraense Emílio Goeldi - PPGBOT/UFRA/MPEG.

BELÉM
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

D278f de Souza, Samuel Figueiredo.
Fungos causadores de ferrugens em plantas de Bignoniaceae da
Amazônia brasileira / Samuel Figueiredo de Souza. — 2023.
65 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Antonio Hernández Gutiérrez
Coorientação: Prof^a. Dra. Helen Maria Pontes Sotão
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Faculdade de
Ciências Biológicas, Belém, 2023.

1. Basidiomycota. 2. Pucciniomycetes. 3. Pucciniales. 4.
Taxonomia. I. Título.

CDD 571.82

SAMUEL FIGUEIREDO DE SOUZA

**FUNGOS CAUSADORES DE FERRUGENS EM PLANTAS DE
BIGNONIACEAE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Data da aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Hernández Gutiérrez - Orientador
Universidade Federal do Pará – UFPa

Prof^a. Dr^a. Helen Maria Pontes Sotão - Coorientadora
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Prof^a. Dr^a. Josiane Santana Monteiro
Instituto Tecnológico Vale - ITV

Prof^a. Dr^a. Luana Teixeira do Carmo Miranda
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Dedico este trabalho aos meus pais, aos meus avós e às minhas irmãs, os pilares da minha formação pessoal e maiores incentivadores da minha trajetória acadêmica. Gratidão eterna.

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, pela minha vida, e por me permitir superar os obstáculos encontrados ao longo da graduação, até este momento.

À Universidade Federal do Pará, que por tanto tempo foi o meu segundo lar, e me proporcionou além do conhecimento acadêmico, aprendizados para a vida e bons momentos ao lado amigos e professores. Agradeço a todo o corpo docente do curso de Ciências Biológicas, aos funcionários e colaboradores da Universidade.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, por ter oportunizado uma experiência profissional única durante as minhas experiências de PIBIC e um olhar otimista a respeito do meu papel como pesquisador/cientista.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de Iniciação Científica no período final e tão importante da minha graduação.

A todos os pesquisadores, docentes e pós-graduandos, do PPGBot, em especial aos do Laboratório de Micologia e à Dra. Josiane Monteiro, que me auxiliaram em situações de inexperiência de forma profissional e educada, bem como a todos os funcionários da Coordenação de Botânica.

Agradeço imensamente à Dra. Helen Sotão, essencial para realização deste trabalho, e grande exemplo de pessoa para todos do Laboratório. Guardarei com carinho os incontáveis conselhos, ensinamentos e o amor pelos fungos.

Ao Dr. Antonio Hernández, pela confiança na realização deste trabalho e pelo suporte quando necessário.

Aos meus pais (Mary Jane e Walter Figueiredo), aos meus avós (Eduarda Ramos e Luíz Evilásio), e às minhas irmãs (Lis Figueiredo e Dóris Figueiredo) pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, obrigado.

RESUMO

As ferrugens em plantas são causadas por fungos da ordem Pucciniales (Basidiomycota), que compõem um numeroso grupo de fitopatógenos biotróficos obrigatórios, com ampla distribuição nos ecossistemas terrestres. Esses fungos parasitam de maneira específica diversas famílias vegetais, incluindo táxons importantes de Bignoniaceae, como as espécies de ipês, que possuem alto valor comercial. Na Amazônia, as Bignoniaceae se destacam quanto sua ocorrência e representam hospedeiras com potencial para o desenvolvimento das ferrugens. No presente trabalho, foi realizado um estudo taxonômico com base morfológica dos fungos Pucciniales associados a plantas de Bignoniaceae, a partir de espécimes procedentes da Amazônia brasileira. O material analisado foi proveniente do acervo do herbário João Murça Pires (MG) e de coleções disponíveis no laboratório de Micologia do MPEG. Os soros das ferrugens foram observados em estereomicroscópio e lâminas semipermanentes com as microestruturas foram montadas em lactoglicerol, para observação em microscópio óptico. Literaturas especializadas auxiliaram na identificação das espécies. Foram analisados 155 espécimes sobre amostras de Bignoniaceae e identificadas 14 espécies incluídas em cinco gêneros de Pucciniales, classificadas nas famílias: Phakopsoraceae (*Phragmidiella bignoniacearum* (W.T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen e *P. minuta* (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen), Raveneliaceae (*Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão, *P. concavus* Viégas, *P. memorae* F.C. Albuquerque, *Prospodium amapaensis* J.F. Hennen & Sotão, *P. bicolor* F.A. Ferreira & J.F. Hennen, *P. laevigatum* J.F. Hennen & Sotão, *P. tabebuiicola* A.A. Carvalho & J.F. Hennen, *P. tecomicola* (Speg.) H.S. Jacks. & Holw., *P. venezuelanum* F. Kern e *Uropyxis rickiana* Magnus) e duas de gêneros anamorfos (*Aecidium circinatum* G. Winter e *Uredo amapaensis* J.F. Hennen & Sotão). As ferrugens identificadas estavam parasitando dez gêneros de plantas hospedeiras de Bignoniaceae. Seis espécies identificadas representam novos registros: *Prospodium tabebuiicola* para o Brasil (Flona de Caxiuanã, PA); *Aecidium circinatum* para a Amazônia (Porto Grande, AP); *Phragmidiella minuta*, *Porotenus concavus*, *P. memorae* e *Prospodium bicolor* para o estado do Amapá. Atualizações taxonômicas e os novos registros apresentados evidenciam a importância de revisão taxonômica nas coleções de fungos de herbários e ampliam o conhecimento da funga do bioma Amazônia.

Palavras-chave: Basidiomycota, Pucciniomycetes, Pucciniales, Taxonomia.

ABSTRACT

Plant rusts are caused by fungi of the order Pucciniales (Basidiomycota), which make up a large group of obligate biotrophic phytopathogens with a wide distribution in terrestrial ecosystems. These fungi specifically parasitize various plant families, including important taxa of the Bignoniaceae, such as the ipês species, which have a high commercial value. In the Amazon, the Bignoniaceae stand out in terms of their occurrence and they represent potential hosts for the development of rusts. In this study, we carried out a morphologically-based taxonomic study of the Pucciniales fungi associated with Bignoniaceae plants, using specimens from the Brazilian Amazon. The material analyzed came from the João Murça Pires herbarium (MG) and from collections available in the Mycology laboratory at MPEG. The sera of the rusts were observed under a stereomicroscope and semi-permanent slides with the microstructures were mounted in lactoglycerol for observation under an optical microscope. Specialized literature helped to identify the species. We analyzed 155 specimens of Bignoniaceae and identified 14 species included in five genera of Pucciniales, classified in the families: Phakopsoraceae (*Phragmidiella bignoniacearum* (W. T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen, *P. minuta* (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen), Raveneliaceae (*Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão, *P. concavus* Viégas, *P. memorae* F.C. Albuquerque, *Prospodium amapaensis* J.F. Hennen & Sotão, *P. bicolor* F.A. Ferreira & J.F. Hennen, *P. laevigatum* J.F. Hennen & Sotão, *P. tabebuiicola* A.A. Carvalho & J.F. Hennen, *P. tecomicola* (Speg.) H.S. Jacks. & Holw., *P. venezuelanum* F. Kern and *Uropyxis rickiana* Magnus) and two anamorph genera (*Aecidium circinatum* G. Winter and *Uredo amapaensis* J.F. Hennen & Sotão). The rusts identified were parasitizing ten genera of Bignoniaceae host plants. Six species identified represent new records: *Prospodium tabebuiicola* for Brazil (Flona de Caxiuanã, PA); *Aecidium circinatum* for Amazonia (Porto Grande, AP); *Phragmidiella minuta*, *Porotenus concavus*, *P. memorae* and *Prospodium bicolor* for the state of Amapá. Taxonomic updates and the new records presented highlight the importance of taxonomic revision in herbarium fungi collections and expand knowledge of fungi from the Amazon biome.

Keywords: Basidiomycota, Pucciniomycetes, Pucciniales, Taxonomy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Pucciniales. A-D. *Phragmidiella bignoniacearum* - A. Folha de *Bignonia* sp. com uredínios, B. Uredínios, C. Urediniósporos em MEV, D. Urediniósporos globoides equinulados e hialinos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D = 20 μ m 31/32
- Figura 2:** Pucciniales. A-D. *Phragmidiella minuta* - A. Folha de *Fridericia* sp. com uredínios, B. Uredínios, C. Urediniósporos obovoides equinulados e hialinos (MO), D. Paráfises septadas pontiagudas no ápice (p) (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m 34
- Figura 3:** Pucciniales. A-E. *Porotenus biporus* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Uredínios, C. Urediniósporos em MEV, D. Urediniósporo (MO), E. Teliósporo (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 20 μ m 38
- Figura 4:** Pucciniales. A-D. *Porotenus concavus* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Uredínio, C. Urediniósporo (MO), D. Teliósporo (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m 40
- Figura 5:** Pucciniales. A-D. *Porotenus memora* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Télios, C. Urediniósporo (MO), D. Teliósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m 42
- Figura 6:** Pucciniales. A-D. *Prospodium amapaensis* - A. Folha de *Fridericia* sp. com télios, B. Télios, C. Cesta com teliósporos (MO), D. Teliósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; 0,2 mm; C-D = 20 μ m 44
- Figura 7:** Pucciniales. A-D. *Prospodium bicolor* - A. Folha de *Handroanthus* sp. com soros, B. Espermogônios e écios agrupados em áreas escuras hipertrofiadas, C. Cesta castanho-dourada com teliósporo (t) e paráfises periféricas cilíndricas (p) (MO), D. Eciósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm, B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m 45/46
- Figura 8:** Pucciniales. A-E. *Prospodium laevigatum* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Écio, C. Eciósporos (e) e teliósporos (t) em MEV, D. Eciósporo (e) e

teliósporo (t) em MO, E. Cesta com teliósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D = 20 μ m; E = 50 μ m 48

Figura 9: Pucciniales. A-F. *Prospodium tabebuicola* - A. Folhas de *Tabebuia* sp. com soros, B. Télios, C. Teliósporos em MEV, D. Cesta com teliósporo e paráfises periféricas acuminadas (p) (MO), E. Teliósporo (MO), F. Urediniósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E-F = 20 μ m 50

Figura 10: Pucciniales. A-E. *Prospodium tecomicola* - A. Folhas de *Tabebuia* sp. com soros, B. Télios, C. Teliósporo com pedicelo ornamentado (po), mostrando os apêndices globoides (MEV), D. Teliósporos agrupados em cesta (MO), E. Urediniósporo unicapitado (u) e teliósporo com pedicelo adornado (t) (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 50 μ m 53

Figura 11: Pucciniales. A-E. *Prospodium venezuelanum* - A. Folha de *Tabebuia* sp. com soros, B. Uredínio, C. Urediniósporos (u) e teliósporos (t) em MEV, D. Cesta com paráfises acuminadas no ápice (p) (MO), E. Urediósporos (u) e teliósporos (t) (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 20 μ m 54

Figura 12: Pucciniales. A-E. *Uropyxis rickiana* - A. Folhas de *Dolichandra* sp. com soros, B. Uredínios; C. Urediniósporos de parede reticulada em MEV, D. Urediniósporos (MO), E. Teliósporo de parede verrucosa marrom (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 20 μ m 56

Figura 13: Pucciniales. A-E. *Aecidium circinatum* - A. Folhas de *Jacaranda copaia* com écios, B. Écios no pecíolo foliar, C-D. Eciósporos (foco médio e superficial em MO), E. Células peridiais estriada-verrucosas (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D-E = 20 μ m 57/58

Figura 14: Pucciniales. A-D. *Uredo amapaensis* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com uredínios, B. Uredínio, C-D. Urediniósporos (foco médio e superficial em MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m 59/60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies de fungos causadores de ferrugens em plantas da família Bignoniaceae na Amazônia brasileira encontradas no herbário MG e IAN	26
Tabela 2 - Localização das áreas de procedência das amostras de ferrugens estudadas, destacando pontos de coleta no bioma Amazônia	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APG - Angiosperm Phylogeny Group (Grupo de Filogenia das Angiospermas)

COBOT - Coordenação de Botânica - Museu Paraense Emilio Goeldi

ECFPn - Estação científica Ferreira Penna

FLONA - Floresta Nacional

IAN - Herbário da Embrapa - Amazônia Oriental

MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura

MG - Museu Paraense Emilio Goeldi

MO - Microscopia Óptica

MPEG - Museu Paraense Emilio Goeldi

PPBIO - Programa de Pesquisa em Biodiversidade na Amazônia Brasileira

REBIO - Reserva Biológica

RFAD - Reserva Florestal Adolpho Ducke

SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. Caracterização da ordem Pucciniales	15
3.2. Importância econômica das ferrugens	17
3.3. Pucciniales na Amazônia brasileira	18
3.4. Pucciniales sobre plantas da família Bignoniaceae na Amazônia	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Procedência das amostras e levantamento em herbário	21
4.2. Processamento e identificação das amostras	22
4.3. Descrição, ilustração e chave de identificação	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. Chave de identificação das espécies de Pucciniales registradas sobre plantas de Bignoniaceae para a Amazônia brasileira	28
5.2. Descrição das espécies de ferrugem identificadas sobre Bignoniaceae para a Amazônia brasileira depositadas no herbário MG	30
6. CONCLUSÃO	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira é conhecida por abrigar a maior biodiversidade e riqueza de recursos florestais do mundo. Esta Floresta abriga uma gama de microrganismos, como os fungos, com potencial para serem investigados (Souza *et al.*, 2004). Inventários biológicos representam estratégias-chave nesse sentido, ao gerarem informações sobre a ocorrência de muitos grupos de organismos (Cerqueira, 2001; Lewinsohn & Prado, 2006), e abrirem perspectivas para trabalhos de revisão taxonômica, de ecologia, entre outros (Carvalho-Jr. *et al.*, 2008), principalmente em ecossistemas ameaçados ou mesmo degradados, cada vez mais comuns nos biomas brasileiros.

Os fungos são organismos eucariotos e heterotróficos, que possuem características que os distinguem em relação a todos os grupos de seres vivos, em particular pelo modo de nutrição absorptivo. Eles habitam diferentes nichos ecológicos, desempenhando um papel crucial no ciclo de nutrientes e carbono dos ecossistemas terrestres e aquáticos, onde podem atuar como mutualistas, patógenos ou saprotróficos de vida livre (McLaughlin & Spatafora, 2014).

Os fungos causadores de ferrugem em plantas, pertencem à ordem Pucciniales, classe Pucciniomycetes, subfilo Pucciniomycotina do filo Basidiomycota. Estes formam um grupo de organismos fitopatógenos de grande importância agroeconômica, por serem parasitas ecológicamente obrigatórios de diversas plantas cultivadas e terem distribuição cosmopolita (Buriticá, 2003; Aparecido & Passador, 2014). Os Pucciniales apresentam ainda uma alta especificidade em relação aos seus hospedeiros, sendo capazes de infectar inúmeras famílias de plantas vasculares, incluindo Bignoniaceae (Figueiredo & Passador, 2008).

Bignoniaceae Juss. é dominante em florestas neotropicais, e o Brasil considerado um centro de diversidade, registrando mais de 420 espécies e 34 gêneros (Lohmann *et al.*, 2020), sendo cerca de 21 desses gêneros hospedeiros de Pucciniales (Hennen *et al.*, 2005). De acordo com o sistema APG de classificação botânica, a família encontra-se atualmente na ordem Lamiales, com 8 tribos aceitas, a maioria de Bignoneae (APG IV, 2016), que inclui o maior número de táxons hospedeiros de ferrugens.

Existem cerca de 8.000 espécies de fungos Pucciniales descritas e distribuídas pelo mundo, conforme a disponibilidade de plantas hospedeiras (Kirk *et al.*, 2008; Zuluaga *et al.*, 2008; Aime *et al.*, 2017). Para o Brasil, estima-se com base em material depositado em herbários ou citados em literatura cerca de 762 espécies em 77 gêneros,

dessas, 184 espécies são conhecidas para região Norte (Amazônia), com registros para os estados do Acre (19), Amapá (54), Amazonas (66), Pará (115), Rondônia (1), Roraima (3) e Tocantins (3) (Carvalho-Jr. & Sotão, 2015; Carmo *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2018; Flora e Funga do Brasil, 2023).

Este trabalho investigou as ferrugens em plantas da família Bignoniaceae depositadas na coleção de fungos do herbário “João Murça Pires” (MG), selecionados devido ao grande número de táxons hospedeiros com importância econômica na família, e a necessidade de uma atualização taxonômica desses fungos da Amazônia brasileira.

2. OBJETIVO

Realizar um estudo taxonômico, com base morfológica, de fungos causadores de ferrugens em plantas hospedeiras da família Bignoniaceae, a partir de coleções procedentes da Amazônia brasileira, de forma a contribuir para ampliar o conhecimento da funga no bioma Amazônia.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Caracterização da ordem Pucciniales

No filo Basidiomycota as espécies de Pucciniomycetes (Pucciniales) diferente de outros basidiomicetos, não formam basidiomas, os seus basídios e basidiósporos são formados a partir de um tipo de esporo especial, denominado teliósporo (probasídio e metabasídio), onde ocorre a cariogamia e depois a meiose (Figueredo & Passador, 2008). Segundo Cummins & Hiratsuka (2003), os Pucciniales possuem como características peculiares: (1) um ciclo de vida em que uma única espécie pode produzir cinco até seis estados de esporos diferentes; (2) espécies que precisam de dois hospedeiros não relacionados, ou, apenas um, para completar o ciclo; (3) e, geralmente, a aceitação de um conjunto restrito e específico de hospedeiros.

Estes fungos causam doenças vegetais conhecidas como “ferrugens” e estão relacionados a perdas significativas na agricultura ao longo da história humana, devido capacidade de infectar diversas plantas vasculares, cultivadas e silvestres (Aparecido & Passador, 2014; Aime *et al.*, 2021). Geralmente são reconhecidas pela presença de

manchas/lesões foliares com soros (estruturas esporulantes), na cor amarelo-alaranjada de aspecto ferruginoso, mas existem em outras colorações a depender da espécie e do estágio de vida. Os seus sintomas são encontrados normalmente em folhas, além de bainhas, caules, órgãos florais, frutos e em outras partes da planta, e se manifestam através de manchas foliares, pústulas e anomalias de crescimento (galhas, vassouras de bruxa) (Cummins & Hiratsuka, 2003).

Pucciniales se destaca entre os grupos naturais de fitopatógenos, por apresentar um ciclo de vida complexo e uma alta plasticidade fenotípica e genética (Cummins & Hiratsuka, 2003; Aime, 2006). Como organismos biotróficos obrigatórios, ou seja, que mantêm-se a partir do hospedeiro vivo, dispõem de uma série de especializações bem sucedidas, como a presença de haustórios variados, que possibilitam a interação entre o fungo e o tecido vegetal, e de estruturas pleomórficas. Isso porque as ferrugens podem formar até cinco tipos de estruturas esporogênicas (soros) e esporos específicos, com morfologias e funções distintas, que recebem os seguintes nomes e símbolos: espermogônio e espermacias - 0; écio e eciósporos - I; uredínio e urediniósporos - II; télio e teliósporos (probasídio) - III; basídio (metabasídio) e basidiósporos - IV (Figueiredo & Passador, 2008).

Os esporos das ferrugens podem ser produzidos sexuada ou assexuadamente, em diferentes estágios dos seus ciclos vitais, ocorrendo em um único hospedeiro (autoécios) e/ou dois não relacionados (heteroécios). Esses ciclos são variáveis e geralmente desconhecidos, com poucos padrões já determinados. Considerando o número dos estádios esporíferos, denominam-se macrocíclico (ciclo longo, completo), com aparição dos cinco tipos de esporos mencionados; demicíclico, na ausência da fase uredinial; e microcíclico (ciclo curto), com apenas a fase telial ou telial e espermogonial conhecidas, entre outros ciclos (Figueiredo & Passador, 2008).

A caracterização morfológica das suas microestruturas e a especificidade da planta hospedeira são na prática a base da taxonomia dos Pucciniales. Nos primeiros modelos de classificação, por exemplo, os especialistas enfatizavam a morfologia dos teliósporos. Com os trabalhos de Cummins e Hiratsuka (1983, 2003) deu-se ênfase aos espermogônios e se obteve uma classificação de 13 famílias, amplamente utilizada na era pré-molecular e ainda nos dias de hoje. A partir dos avanços nos estudos de caracterização molecular das espécies, fundamentados principalmente em análises multigênicas, a classificação de Pucciniales passou a sofrer constantes modificações filogenéticas, com novas subordens, famílias e gêneros sendo propostos, e algumas categorias sendo redefinidas ou excluídas

devido ao baixo suporte. Atualmente, a ordem contempla um total de 21 famílias, organizadas em sete subordens, e combina evidências de morfologia, ciclos de vida, hospedeiros e dados filogenéticos para uma classificação mais estável (Aime *et al.*, 2006, 2021).

3.2. Importância econômica das ferrugens

Os fungos Pucciniales, na condição de biotróficos, constituem um grupo de grande relevância para a agricultura, plantações florestais e horticulturas (França *et al.*, 2007). As doenças causadas por esses fungos estão entre os maiores condicionadores para a produtividade de inúmeras culturas agrícolas no Brasil e no mundo.

A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) ocorre em todas as regiões produtoras do mundo (Silva *et al.*, 2006). Inicialmente se manifestam como lesões cloróticas nas folhas que reduzem a atividade fotossintética, e sucedem causando desfolhação precoce da planta, o que impede o desenvolvimento sadio dos grãos e pode reduzir mais de 50% da produção quando não controlada (Rozo *et al.*, 2012; Zambolim *et al.*, 1992).

A ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Syd.) é outra patologia que aflige severamente a economia brasileira. Conhecida como ferrugem asiática, teve suas primeiras aparições na América do Sul nos anos de 2001/2002 (Rocha *et al.*, 2018). No Brasil, vários fatores favoreceram o seu desenvolvimento, por exemplo o clima, as grandes extensões territoriais de lavouras e o predomínio da monocultura. Esta pode se disseminar em praticamente todas as regiões do país e comprometer até 90% da produção (Oliveira, 2019).

Espécies de *Puccinia* Pers. também afetam muitas culturas de interesse econômico, entre elas, o algodoeiro (*P. cacabata* Arthur & Holw.); alho e cebola (*P. allii* (DC.) F. Rudolphi); amendoim (*P. arachidis* Speg.); aveia (*P. coronata* f.sp. *avenae* P. Syd. & Syd.); cana-de-açúcar (*P. kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler e *P. melanocephala* Syd. & P. Syd.); goiabeira e eucalipto (*P. psidii* G. Winter); milho (*P. sorghi* Schwein. e *P. polysora* Underw.); trigo (*P. recondita* Roberge *ex* Desm.) (= *P. triticina* Erikss.), entre outras (Figueiredo & Passador, 2008).

Na Amazônia brasileira, as culturas afetadas por ferrugens que mais se destacam, são: da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de onde se extrai a base alimentar e nutricional de muitos povos tradicionais, causada por *Uromyces manihotis* Henn.,

(Albuquerque & Cardoso, 1983); além da ferrugem *Puccinia xanthii* Schwein, que ataca o jambu (*Acmella oleraceae* (L.) R.K. Jansen), uma planta de grande interesse na região, consumida em pratos típicos da culinária paraense e na elaboração de bebidas alcoólicas (Sotão *et al.* 2001; Carmo *et al.*, 2016).

3.3. Pucciniales na Amazônia brasileira

Os primeiros registros com Pucciniales na Amazônia foram com as obras “Fungi Paraenses” (Hennings 1904a, 1904b) e “Fungi amazonici” (Hennings 1900, 1902, 1909) de Paul C. Hennings, referentes às coleções de Charles Fuller Baker, Ernst Heinrich Georg Ule e Jacques Huber. Parte desta coleção histórica encontra-se depositada no herbário João Murça Pires (MG), do Museu Paraense Emílio Goeldi, com espécimes procedentes do Peru e dos estados brasileiros do Acre, Amazonas e Pará (Batista *et al.*, 1966; Sotão, 2009).

Nas décadas seguintes, estudos importantes foram realizados na Amazônia, como: Albuquerque (1971a, 1971b), que divulgou uma lista com um total de 44 táxons, incluindo cinco novas espécies coletadas na Amazônia: *Porotenus memorae* F.C. Albuquerque, sobre *Memorea consanguinea* Bur. et Schum, (Bignoniaceae), *Maravalia amazonensis* (F.C. Albuquerque) Y. Ono (anteriormente *Scopella amazonensis* F.C. Albuquerque), sobre *Swartzia arborescens* (Aubl.) Pittier (Fabaceae), *Uredo jaranae* F.C. Albuquerque, sobre *Eschweilera jarana* (Hub.) Ducke (Lecythidaceae), *U. aristolochiae* F.C. Albuquerque, sobre *Aristolochia* sp. (Aristolochiaceae), e *U. rectangulata* F.C. Albuquerque, sobre *Heliconia psittacorum* L.f. (Heliconiaceae). Albuquerque & Figueiredo (1971) descreveram uma nova espécie (*Uromyces belemensis* F.C. Albuquerque & Figueiredo) parasitando folhas de *Ormosia nobilis* Tul. (Fabaceae).

Estudos de J.F. Hennen, H.M.P. Sotão e colaboradores contribuíram com o avanço no conhecimento da funga na Amazônia, a partir de coletas realizadas nos estados do Amapá, Amazonas e Pará, que ampliaram as coleções de Pucciniales nos herbários MG do MPEG e HAMAB do IEPA. Hennen e Sotão (1996) apresentaram quatro novas espécies em Bignoniaceae: *Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão, sobre *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., *Prospodium amapaensis* J.F. Hennen & Sotão, sobre gênero indeterminado, *P. laevigatum* J.F. Hennen & Sotão, sobre *Mansoa kerere* (Aubl.) A.H. Gentry, e *Uredo amapaensis* J.F. Hennen & Sotão, sobre *Memora* cf. *magnifica* (Mart. ex DC.) Bureau ex Warm. Hennen e Sotão (1997) identificaram

Aecidium maprouneae Henn. parasitando *Maprounea* sp. (Euphorbiaceae), e um outro espécime com características similares, que permitiu propor uma nova variedade, *Aecidium maprouneae* var. *noncrassatum* J.F. Hennen & Sotão. Em seguida, Hennen *et al.* (1999) descreveram uma nova espécie, *Diorchidium amapaense* J.F. Hennen & Sotão, parasitando *Geophila* sp. (Rubiaceae). Sotão *et al.* (2001) apresentaram 15 espécies de *Puccinia* que representam novos registros para o estado do Amapá.

A partir de levantamentos de campo realizados em unidades de conservação do bioma Amazônia, como na Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã (PA), Sotão *et al.* (1997) relataram os primeiros registros de fungos para a Estação Científica Ferreira Penna, incluindo as ferrugens *Achrotelium lucumae* (Arthur & J.R. Johnst.) Cummins, *Aecidium annonae* Henn., *Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão, *Puccinia palicoureae* Mains e *Uredo amapaensis* J.F. Hennen & Sotão. Sotão *et al.* (2006) reportaram na Flona as famílias Phakopsoraceae e Uropyxidaceae, onde identificaram 12 espécies, com três novas ocorrências para a Amazônia: *Batistopsora crucis-filii* Dianese *et al.*, sobre *Rollinia exsucca* DC. (Annonaceae), *Kimuromyces cerradensis* Dianese *et al.*, sobre *Astronium* sp. (Anacardiaceae), e *Phragmidiella bignoniacearum* (W.T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen, sobre *Cydista* sp. (Bignoniaceae). Sotão *et al.* (2007) descreveram uma nova espécie, *Puccinia caxiuanensis* J.F. Hennen, Sotão & Rezende sobre *Crepidospermum goudotianum* (Tul) Triana & Planch. e *Tetragastris panamensis* (Engl.) Kuntze (Burseraceae).

Sotão *et al.* (2009) apresentaram um checklist das Pucciniales da FLONA de Caxiuanã, com total de 67 espécies (380 espécimes) classificadas em 24 gêneros. Sotão *et al.* (2013) publicaram novos registros para a região (*Aecidium xylophiae* Henn., *Phakopsora chavesii* Dianese *et al.*, e *Phakopsora rossmaniae* Dianese *et al.*). Em estudo recente, Martins-Jr. *et al.* (2022) divulgaram 31 espécies de ferrugens para esta unidade de conservação, com três novos registros para a área, incluindo novas ocorrências para o Brasil (*Chaconia clusiae* Berndt, *Puccinia phyllostachydis* Kusano e *Puccinia parianicola* Berndt).

Estudos realizados na Reserva Biológica (Rebio) do Lago Piratuba, no estado do Amapá, ampliaram os dados da funga da Amazônia. França e Sotão (2009) reportaram dois novos registros, *Atelocauda incrustans* Arthur & Cummins para a América do Sul e *Chaconia alutacea* Juel para o Brasil. França *et al.* (2010) listaram mais 17 táxons para esta unidade de conservação, dos quais nove eram novas ocorrências para o estado do Amapá, incluindo duas espécies sobre Bignoniaceae: *Phragmidiella bignoniacearum*

(W.T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen sobre *Cydista* sp. e *Prospodium laevigatum* J.F. Hennen & Sotão sobre um gênero indeterminado.

Para o estado do Amazonas, Ferreira *et al.* (2001) relataram a ocorrência de uma nova espécie de ferrugem (*Phakopsora tomentosae* Ferreira & Gasparotto) sobre mudas de árvores de oiti (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch) (Chrysobalanaceae), coletada na cidade de Manaus, mais recentemente, Carvalho *et al.* (2018) registraram 17 espécies de ferrugens da Reserva Florestal Adolpho Ducke, no município de Manaus, dentre estas, um novo registro para a Amazônia brasileira (*Dietelia duguetiae* (Thurst.) Buriticá & J.F. Hennen), e seis para o estado do Amazonas. Nesse estudo foram registradas as espécies *Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão e *P. memora* F.C. Albuquerque, sobre Bignoniaceae.

Novos estudos com ferrugens seguiram contribuindo para o conhecimento da diversidade biológica amazônica. Carmo *et al.* (2016) com base em coletas de campo e material de herbário, relataram 76 espécies e 20 gêneros para a Região Metropolitana de Belém (PA), o que representa a maior riqueza de Pucciniales já registrada para uma área da Amazônia. Furtado *et al.* (2018) reportaram novos registros para o Brasil (*Maravalia bolivarensis* Y. Ono) e para a Amazônia (*Maravalia sapotae* (Mains) Y. Ono), procedentes da Flona do Amapá.

Os resultados destes estudos estão expressos em trabalhos que elaboraram listas gerais de Pucciniales, como o catálogo de ferrugens do Brasil de Hennen *et al.* (2005) que menciona cerca de 66 gêneros e 745 espécies de Pucciniales para o Brasil, e posteriormente com Sotão (2007) que apresenta um checklist com 173 espécies para a Amazônia brasileira, depois ampliada por Carvalho-Jr. e Sotão (2010) para 184 espécies. De acordo com o Flora e Funga do Brasil (2023), atualmente estão catalogados no país, 66 gêneros e 750 espécies, e para a região Norte cerca de 34 gêneros e 184 espécies, incluindo 115 registros para o estado do Pará, 66 no Amazonas, 54 no Amapá, 19 no Acre, 15 no Tocantins, três em Rondônia e um para Roraima. Estes dados necessitam de atualizações em função do acréscimo na literatura.

Embora muitos avanços tenham sido feitos para ampliar a amostragem desse grupo de fungos na Amazônia, o conhecimento dos Pucciniales na região ainda é considerado subamostrado, em virtude de sua expressiva área de floresta tropical, com grande potencial de plantas hospedeiras que precisam ser investigadas, associadas à possíveis patógenos causadores de ferrugens.

3.4. Pucciniales sobre plantas da família Bignoniaceae no Brasil e Amazônia

Atualmente estão referidas 51 espécies de ferrugens sobre Bignoniaceae para o Brasil, em sete gêneros teleomórficos, classificados nas famílias Crossopsoaceae (*Crossopsoa* Syd. & P. Syd.), Phakopsoaceae (*Phakopsoa* Dietel e *Phragmidiella* Henn.), Pucciniaceae (*Dipyxis* Cummins & J.W. Baxter), Raveneliaceae (*Porotenus* Viégas, *Prospodium* Arthur e *Uropyxis* J. Schröt.) - anteriormente dispostos em Uropyxidaceae (Cummins e Hiratsuka, 2003), e mais quatro anamórficos (*Aecidium* Pers., *Macabuna* Buriticá & J.F. Hennen, *Malupa* Y. Ono *et al.* e *Uredo* Pers.), parasitando cerca de 21 gêneros de plantas hospedeiras (Hennen *et al.*, 2005; Martins Jr. *et al.*, 2022; Flora e Funga do Brasil, 2023).

Na Amazônia brasileira estão relatadas 14 dessas espécies, em cinco gêneros de Pucciniales (*Phragmidiella*, *Porotenus*, *Prospodium*, *Uredo* e *Uropyxis*), os quais parasitam cerca de nove gêneros de Bignoniaceae (Hennen *et al.*, 2005; Carvalho *et al.*, 2018, Martins Jr. *et al.*, 2022).

Os gêneros *Handroanthus*, *Tabebuia*, *Roseodendron*, *Tecoma* e *Zeyheria*, que representam os ipês, formam o principal grupo hospedeiro de ferrugens. Essas plantas carregam um alto valor econômico, principalmente por seu potencial madeireiro, medicinal e ornamental (Silva *et al.*, 2020). A sua doença é causada por espécies do gênero *Prospodium*, capazes de alterar as funções fisiológicas da planta, de acordo com o seu estágio de desenvolvimento, infectando tanto mudas em viveiros como árvores adultas (Ferreira, 1989).

O ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose), muito utilizado em processos de regeneração florestal, plantios comerciais e para a produção de móveis, ocorre na floresta amazônica, hospedando duas espécies de ferrugem, *Prospodium tecomicola* (Speg.) H.S. Jacks & Holw., com registro no estado do Pará (Albuquerque, 1971a) e *P. bicolor* F.A. Ferreira & J.F. Hennen, descrito pela primeira vez em 1986 a partir de amostras coletadas no município de Santa Isabel, Pará.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Procedência das amostras e levantamento em herbário

As amostras de plantas da família Bignoniaceae, com sintomas de ferrugem, que foram estudadas, pertencem à coleção de fungos do herbário João Murça Pires (MG) do

Museu Paraense Emílio Goeldi, e são procedentes de coletas realizadas por Helen Sotão e colaboradores, entre os anos de 1987 e 2015, em diferentes áreas da Amazônia brasileira. As referidas amostras provêm sobretudo dos sítios de pesquisa apoiados pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade na Amazônia Oriental (PPBIO), em unidades de conservação, como a FLONA do Amapá, FLONA de Caxiuanã (PA), Parque Estadual do Utinga (PA), Reserva Biológica (REBIO) do Lago Piratuba (AP), e a Reserva Florestal Adolpho Ducke (AM).

A partir do levantamento dos espécimes de interesse depositados nos acervos dos herbários MG e IAN (EMBRAPA - Amazônia Oriental) que estão disponíveis no MPEG e no Laboratório de Micologia do MPEG, organizou-se uma planilha em Excel com as informações de cada espécime amostrado, que incluiu dados das coletas (local, coletor(es), data de coleta e identificação, determinador das espécies e coordenadas geográficas), além dos táxons hospedeiros de Bignoniaceae e observações gerais sobre a amostra e exsicata.

Os novos espécimes identificados e as atualizações realizadas foram adicionadas às planilhas para futura exportação à base de dados do programa Specify.

4.2. Processamento e identificação das amostras

As identificações e as confirmações dos táxons já determinados foram realizadas no Laboratório de Micologia da Coordenação de Botânica (COBOT) do MPEG, seguindo a metodologia de Cummins & Hiratsuka (2003), e deu-se por meio de análises morfológicas dos espécimes de ferrugem, pela especificidade de alguns gêneros hospedeiros e por comparação com os dados disponíveis em literatura, imagens de tipos acessadas pela internet e consultas ao herbário MG.

As plantas com possíveis sintomas e sinais de ferrugem (geralmente machas foliares) foram analisadas em estereomicroscópio (Leica EZ4) para observar a presença de soros e esporos dos fungos.

As microestruturas fúngicas foram montadas em lâminas semipermanentes com solução de lactoglicerol, sendo posteriormente aquecidas e observadas em microscópio óptico Zeiss Axiostar Plus. Para a identificação dos espécimes foram analisadas as principais características de importância taxonômica presentes nos soros (disposição no tecido hospedeiro, coloração, tamanho) e esporos, como ornamentação, forma, tamanho, espessura da parede, coloração, características dos pedicelos quando presentes, existência de septos, poros germinativos e paráfises. Em casos de estudo morfológico e confirmação

das espécies, foram utilizados como base de referência: Cummins & Hiratsuka (2003), Hennen & Sotão (1996), Hennen *et al.* (2005), Sotão *et al.* (2006), Salazar-Yepes & Carvalho-Júnior (2010), entre outros trabalhos.

4.3. Descrição, ilustração e chave de identificação

As descrições taxonômicas das espécies foram feitas a partir das características dos espécimes estudados e comparação com a descrição disponível em literatura, que acrescentou às informações dos soros e esporos quando não observados no material.

As ilustrações deste trabalho foram geradas no Laboratório de Microscopia da COBOT/MPEG, através de fotomicrografias capturadas com câmera digital acoplada ao M.O (Leica DM6B) das microestruturas visualizadas (soros, esporos, células peridiais e paráfises). Para as imagens dos soros nas plantas hospedeiras, foram realizadas fotografias na lupa Zeiss SteREO Discovery. V8, com câmera acoplada. Fotos das microestruturas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do banco de dados de H.M.P. Sotão e colaboradores complementaram as ilustrações de algumas espécies.

A chave de identificação elaborada conta com as espécies analisadas neste estudo e as referidas para a Amazônia brasileira, e baseou-se em características morfológicas encontradas, complementadas com dados de literatura especializada.

Para a confirmação de nomes científicos e de táxons válidos dos fungos, consultou-se os bancos de dados do Index Fungorum (2023) e MycoBank (2023), enquanto para conferir as distribuições geográficas no país, utilizou-se o Flora e Funga do Brasil (2023). A sistemática supragenérica adotada foi a proposta por Aime e McTaggart (2021), conforme encontrado no MycoBank (2023).

Os nomes científicos e os sinônimos das espécies de Bignoniaceae foram apurados nas listas de herbários virtuais (Reflora e Tropicos.org). Já as identificações de plantas hospedeiras tiveram a colaboração de taxonomistas e técnicos em botânica do MPEG.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram examinados 155 espécimes vegetais da família Bignoniaceae com sintomas de ferrugens, em amostras depositadas nos herbários MG (149) e IAN (6), procedentes da Amazônia brasileira, que resultou em uma listagem com 14 espécies, classificadas em 6 gêneros de fungos Pucciniales, com 12 espécies teleomórficas e duas anamórficas. Os

gêneros teleomórficos estão classificados em duas famílias: Phakopsoraceae (*Phragmidiella* Henn.) e Raveneliaceae (*Porotenus* Viégas, *Prospodium* Arthur e *Uropyxis* J. Schröt.), e os anamorfos *Aecidium* Pers. e *Uredo* Pers. (Tabela 1).

As espécies analisadas em Bignoniaceae para a Amazônia brasileira são: *Aecidium circinatum* G. Winter, *Phragmidiella bignoniacearum* (W.T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen, *P. minuta* (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen, *Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão, *P. concavus* Viégas, *P. memorae* F.C. Albuq., *Prospodium amapaensis* J.F. Hennen & Sotão, *P. bicolor* F.A. Ferreira & J.F. Hennen, *P. laevigatum* J.F. Hennen & Sotão, *P. tabebuicola* A.A. Carvalho & J.F. Hennen, *P. tecomicola* (Speg.) H.S. Jacks. & Holw., *P. venezuelanum* F. Kern, *Uropyxis rickiana* Magnus e *Uredo amapaensis* J.F. Hennen & Sotão. Todas essas foram descritas e ilustradas abaixo (Figuras 1 a 14).

Do material estudado, foram identificadas seis espécies de Pucciniales como novos registros: *Prospodium tabebuicola* A.A. Carvalho & J.F. Hennen novo para o Brasil; *Aecidium circinatum* G. Winter, para a Amazônia brasileira; *Phragmidiella minuta* (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen, *Porotenus concavus* Viégas, *P. memorae* F.C. Albuq., e *Prospodium bicolor* F.A. Ferreira & J.F. Hennen, novos para o estado do Amapá.

Estes dados ampliam para 53 espécies de Pucciniales sobre plantas de Bignoniaceae conhecidas no Brasil, e 16 referidas para a Amazônia, ocorrendo sobre dez gêneros de Bignoniaceae, com o novo registro em *Jacaranda* sp. (Tabela 1). Dentre estas, somente *Porotenus bibasiporus* J.F. Hennen & Sotão (PA) citada por Martins Jr. *et al.* (2022) para o Pará e *Prospodium appendiculatoides* (Henn.) Cummins (AM) referida por Hennings (1904a) no Amazonas, não têm espécimes depositados no herbário MG ou IAN, e não foram analisadas neste estudo, mesmo assim, com base em literatura, foram incluídas na chave de identificação apresentada para Amazônia brasileira.

A maior representatividade foi observada em *Prospodium*, com sete espécies e 46 espécimes, destacando *P. tecomicola* (15) e *P. laevigatum* (11), e em *Porotenus*, com três espécies e 77 espécimes, tendo *P. biporus* (64) o maior número de amostras. (Tabela 1).

As ferrugens identificadas em Bignoniaceae foram observadas parasitando sobretudo os gêneros *Adenocalymma* Mart. ex Meisn. (= *Memora* Miers) e *Tabebuia* Gomes ex DC., com 89 e 29 espécimes, respectivamente, além de *Bignonia* L. (= *Cydistia* Miers) (12), *Dolichandra* Cham. (= *Macfadyena* DC.) (8), *Fridericia* Mart. (= *Arrabidaea* DC.) (7), *Jacaranda* Juss. (4), *Handroanthus* Mattos (2), *Tecoma* Juss. (2), e *Pachyptera* DC. ex Meisn. e *Stizophyllum* Miers, com apenas um espécime cada (Tabela 1). Muitas

das identificações vegetais presentes na coleção estavam desatualizadas e exigiram uma revisão específica para os grupos hospedeiros. Os basiônimos utilizados ao lado de alguns desses gêneros foram confirmados no trabalho de Lohmann e Taylor (2014), que reorganizaram a tribo Bignonieae (Bignoniaceae) considerando aspectos morfológicos e moleculares.

Neste trabalho, os espécimes analisados tinham procedência de 21 localidades de referência, distribuídas em diversas áreas da Amazônia brasileira, incluindo unidades de conservação dos estados do Amapá, Amazonas e Pará. A Flona de Caxiuanã (PA) se destacou quanto ao número de espécies (9) e espécimes (51) identificados, principalmente na Estação Científica Ferreira Penna (ECNPn), mas outras importantes áreas de conservação também estiveram bem representadas, como o Parque Estadual do Utinga “Camilo Vianna” (PA), Reserva Florestal Adolpho Ducke (AM), Flona do Amapá (AP), e Reserva Biológica do Lago Piratuba (AP). Estes dados refletem o esforço amostral realizado por especialistas, em anos de pesquisas dedicados a essas áreas. Na tabela 2 foram listados os locais de procedência das amostras examinadas, com as coordenadas geográficas e as espécies de ferrugem encontradas em cada área.

Foi possível verificar a partir de revisão em bibliografia que os estudos taxonômicos com Pucciniales, envolvendo os gêneros de Raveneliaceae, sofreram mudanças significativas, desde o trabalho de Cummins e Hiratsuka (2003). Neste, as ferrugens foram organizadas em 13 famílias, levando em consideração critérios morfológicos, e incluía os gêneros *Porotenus*, *Prospodium* e *Uropyxis* na família Uropyxidaceae.

Estudos com suporte molecular, como os de Aime (2006), Aime *et al.* (2017), Aime e McTaggart (2021), que utilizaram sequências de 18S rRNA (SSU) e 28S rRNA (LSU), reorganizaram as relações supragenéricas da ordem, constatando, por exemplo, a estabilidade das famílias Phakopsoraceae e Raveneliaceae, e a polifilia em Uropyxidaceae, excluindo esse táxon, com a proposta de realocação dos seus gêneros, principalmente para Raveneliaceae.

Na última compilação de dados do *Outline* de sistemática e filogenia dos fungos, Wijayawardene *et al.* (2022) usaram uma matriz composta por quatro marcadores genéticos para validar a filogenia, e ainda mantiveram Uropyxidaceae na categoria de família com os seus gêneros tradicionais. Provavelmente, nos próximos trabalhos a proposta sugerida por Aime e McTaggart (2021) será reconsiderada.

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens em Bignoniaceae da Amazônia brasileira, com as famílias e espécies de ferrugens, espécies hospedeiras, número de espécimes identificados, voucher depositados no herbário MG, distribuição geográfica para o Brasil e referências para as descrições.

Família/ Espécie da ferrugem	Espécie do hospedeiro	Espécimes identificados	Voucher	Distribuição geográfica no Brasil	Referências para descrições
PHAKOPSORACEAE					
<i>Phragmidiella bignoniacearum</i> (W.T Dale) Buriticá & J.F. Hennen	<i>Bignonia aequinoctialis</i> L.	2	MG207829	AP♦, PA*	Hennen <i>et al.</i> (2005); Sotão <i>et al.</i> (2006); França <i>et al.</i> (2010)
	<i>Bignonia</i> sp.	6			
<i>Phragmidiella minuta</i> (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen ♦	<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G. Lohmann	2	88-482	AP (este estudo), BA, MG, PA, RJ, SC*	Hennen <i>et al.</i> (2005)
	<i>Bignonia</i> sp.	1			
	<i>Fridericia</i> sp.	4			
RAVENELIACEAE					
<i>Porotenus biporus</i> J.F. Hennen & Sotão	<i>Adenocalymma contractum</i> (A.H. Gentry ex Hauk) L.G. Lohmann	1	MG217801	AM*, AP, DF, MA, MG, PA*	Hennen & Sotão (1996); Hennen <i>et al.</i> (2005); Carvalho <i>et al.</i> (2018)
	<i>A. magnificum</i> Mart. ex DC.	3			
	<i>A. schomburgkii</i> (DC.) L.G. Lohmann	6			
	<i>A. validum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann	30			
	<i>Adenocalymma</i> sp.	24			
<i>Porotenus concavus</i> Viégas ♦	<i>Adenocalymma allamandiflorum</i> (Bureau ex K. Schum.) L.G. Lohmann	1	MG223400	AP (este estudo), MG, PA*	Viégas (1945); Hennen <i>et al.</i> (2005)
	<i>A. validum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann	1			
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	1			
<i>Porotenus memorae</i> F.C. Alburq. ♦	<i>Adenocalymma moringifolium</i> (DC.) L.G. Lohmann	1	145	AP (este estudo), AM, MG, PA, SP*	Hennen <i>et al.</i> (2005)
	<i>A. schomburgkii</i> (DC.) L.G. Lohmann	1			
	<i>A. validum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann	2			
	<i>Adenocalymma</i> sp.	3			
<i>Prospodium amapaensis</i> J.F. Hennen & Sotão	<i>Fridericia</i> sp.	1	MG173298	AP*	Hennen & Sotão (1996); Hennen <i>et al.</i> (2005)
<i>Prospodium bicolor</i> F.A. Ferreira & J.F. Hennen ♦	<i>Handroanthus</i> sp.	1	MG173305	AP (este estudo), MS*, MG, PA*, RS*	Hennen <i>et al.</i> (2005); Lippert <i>et al.</i> (2013); Fernandes <i>et al.</i> (2018)
<i>Prospodium laevigatum</i> J.F. Hennen & Sotão	<i>Adenocalymma validum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann	7	MG172473	AP♦, PA*	Hennen & Sotão (1996); Hennen <i>et al.</i> (2005); Sotão <i>et al.</i> (2006); França <i>et al.</i> (2010)
	<i>Pachyptera kerere</i> (Aubl.) Sandwith	1			
	<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandwith	1			
	<i>Adenocalymma</i> sp.	2			
<i>Prospodium tabebuicola</i> A.A. Carvalho & J.F. Hennen ●	<i>Tabebuia</i> sp.	13	MG168033	PA (este estudo)	Carvalho Jr & Hennen (2010)
<i>Prospodium tecomicola</i> (Speg.) H.S. Jacks. & Holw.	<i>Tabebuia</i> sp.	13	MG172959	MS*, MG, PA, PR, RJ, RS, SC, SP*	Hennen <i>et al.</i> (2005); Sotão <i>et al.</i> (2006); Fernandes <i>et al.</i> (2018)
	<i>Tecoma</i> sp.	2			
<i>Prospodium venezuelanum</i> F. Kern	<i>Tabebuia fluviatilis</i> (Aubl.) DC.	2	H-12	AP*	Kern (1938), Hennen <i>et al.</i> (2005)
	<i>Tabebuia</i> sp.	1			
<i>Uropyxis rickiana</i> Magnus	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	2	MG173524	PA, SC, SP*	Hennen <i>et al.</i> (2005)
	<i>Dolichandra</i> sp.	6			
ANAMORFOS					
<i>Aecidium circinatum</i> G. Winter ▲	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don ■	4	90-3	AP (este estudo), MG, SC, SP*	Hennen <i>et al.</i> (2005)
<i>Uredo amapaensis</i> J.F. Hennen & Sotão	<i>Adenocalymma magnificum</i> Mart. ex DC.	2	MG189072	AP, PA*	Hennen & Sotão (1996)
	<i>A. validum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann	1			
	<i>Bignonia aequinoctialis</i> L.	3			
	<i>Adenocalymma</i> sp.	4			
TOTAL		155			

Fonte: Autor (2023).

Legendas - Novos registros: ● Brasil, ▲ Amazônia e ♦ Estado do Amapá. ■ Novo hospedeiro para a Amazônia. Referências para as distribuições geográficas: ♦ França *et al.* (2010); * Lippert *et al.* (2013); ♦ Carvalho *et al.* (2018); * Fernandes *et al.* (2018); * Flora e Funga do Brasil (2023).

Tabela 2. Locais de procedência das amostras de ferrugem estudadas, destacando os pontos de coleta na Amazônia brasileira, com os estados e municípios, coordenadas geográficas e espécies de ferrugem de cada área.

Estados/ Municípios	Pontos de coleta	Coordenadas geográficas	Espécies de ferrugem
Amapá			
Amapá	REBIO do Lago Piratuba	N01°19'23" - W50°16'44"	1, 5, 11, 14
Ferreira Gomes	FLONA do Amapá	N0°56'14,1" - W51°35'43,6"	1, 3, 4, 14
Macapá	Cariaú	N0°07'26,9" - 51°03'40,0"W	3, 5
	Parque Zoobotânico	S0°02'25,8" - W51°05'45,5"	2, 3
Mazagão	Camaipí	N0°08'53,7" - W51°35'02,0"	5
	Mazagão Novo	S0°06'58" - W51°17'10"	6
Porto Grande	FLONA do Amapá	Desconhecida	1, 3
	Rodovia BR 210	N0°05'42,6" - W51°06'56,2"	13
Santana	Rodovia da Estrada de Santana	N0°01'41,9" - W51°06'43,6"	2
Serra do Navio	Estrada da Pedra Preta	N0°53'45" - W52°00'07"	7
	FLONA do Amapá	N0°55'66" - W52°00'23"	3
Amazonas			
Manaus	RFAD - PPBIO	Desconhecida	3, 5
Pará			
Belém	Embrapa - Amazônia Oriental	S1°26'09,6" - W48°26'57,8"	2, 3, 4, 5, 10
	Ilha de Cotijuba	S1°12'57,9" - W48°32'17,8"	3
	Parque Estadual do Utinga	S1°25'30,1" - W48°26'36,1"	1, 3, 10
	UFRA	S1°27'16,0" - W48°26'19,0"	2
Castanhal	Instituto Agrônômico do Norte	Desconhecida	12
Melgaço	FLONA de Caxiuanã - ECFPn	S1°47'314" - W51°36'324"	1, 2, 3, 8, 9, 10, 12, 14
	FLONA de Caxiuanã - Grade PPBIO-Amazônia	S1°57'35,3" - W51°36'53,9"	1, 3, 5, 14
Santa Bárbara	Parque Ecológico do GUNMA	Desconhecida	3
Santarém	Área do alojamento da UFPA próximo a SUDAM	Desconhecida	10

Fonte: Autor (2023).

Legendas - Espécies de ferrugem : (1) *Phragmidiella bignoniacearum*; (2) *Phragmidiella minuta*; (3) *Porotenus biporus*; (4) *Porotenus concavus*; (5) *Porotenus memorae*; (6) *Prospodium amapaensis*; (7) *P. bicolor*; (8) *P. laevigatum*; (9) *P. tabebuiicola*; (10) *P. tecomicola*; (11) *P. venezuelanum*; (12) *Uropyxis rickiana*; (13) *Aecidium circinatum*; (14) *Uredo amapaensis*.

5.1. Chave de identificação das espécies de Pucciniales registradas sobre plantas de Bignoniaceae para a Amazônia brasileira

1. Presença de écios com perídio e eciósporos de parede verrucosa, engrossada apicalmente (5–10 μm); ausência de uredínio e télio; sobre *Jacaranda* *Aecidium circinatum*
- 1'. Écios quando presentes sem perídio e eciósporos equinulados, aculeados (não verrucosos), uredínios e télios presentes ou ausentes 2
2. Télios presentes, écios e uredínios presentes ou ausentes 3
- 2'. Télios e écios ausentes, urediniósporos com parede de equinulações uniformemente distribuídas, sem áreas lisas; sobre *Adenocalymma*, *Bignonia* *Uredo amapaensis*
3. Télios subepidermais 4
- 3'. Télios supra ou subestomatais 11
4. Teliósporos com uma célula séssil e dispostos em fileiras verticais 5
- 4'. Teliósporos com duas células, pedicelados, dispostos isolados 6
5. Uredínios com numerosas paráfises periféricas longas (36–42 \times 8–10 μm), de parede uniforme e verrucosa, septada e pontiaguda no ápice; teliósporos marrons-canela claros; sobre *Adenocalymma*, *Bignonia*, *Fridericia* *Phragmidiella minuta*
- 5'. Uredínio com poucas paráfises periféricas curtas (18–26 \times 8–12 μm), de parede uniforme e verrucosa, sem septos e arredondada no ápice; teliósporos hialinos; sobre *Bignonia* *Phragmidiella bignoniacearum*
6. Teliósporos de parede lisa 7
- 6' Teliósporos ornamentados 10
7. Eciósporos e urediniósporos com poros germinativos próximo ao hilo 8
- 7'. Eciósporos e urediniósporos com poros germinativos mais ou menos equatoriais 9
8. Urediniósporos de parede equinulada, com duas áreas lisas em ambos os lados (côncavo e convexo) próximas as regiões dos poros; teliósporos de parede constrita no septo; sobre *Adenocalymma* *Porotenus bibasiporus*
- 8'. Urediniósporos de parede equinulada, com uma área lisa irregular do lado côncavo e totalmente equinulada do lado convexo; teliósporos de parede uniforme; sobre *Adenocalymma* *Porotenus memorae*

9. Parede dos urediniósporos equinulada, com uma área lisa do lado côncavo, dois poros próximos à área lisa; teliósporos geralmente cilíndricos (48–) 53–75 (–82) × (14–) 15–18 (–21) μm; sobre *Adenocalymma* ***Porotenus concavus***
- 9'. Parede dos urediniósporos equinulada, com duas áreas lisas em ambos os lados (côncavo e convexo), poros nas áreas equinuladas; teliósporos oblongo-elipsoides ou cilíndricos (36–49 × 17–22 μm); sobre *Adenocalymma* ***Porotenus biporus***
10. Parede dos urediniósporos ou eciosporos equinulada; teliósporos com um poro apical na célula superior e um poro próximo ao hilo na célula inferior, ambos apresentam um umbo, pedicelo medindo cerca de 50 μm de comprimento e com um par de apêndices; sobre gênero hospedeiro indeterminado ***Prospodium appendiculatoides***
- 10'. Parede dos urediniósporos reticulada; ecios desconhecidos; teliósporos com poros equatoriais, pedicelo medindo cerca de 80–100 μm de comprimento, com parede rugosa na parte inferior; sobre *Dolichandra* ***Uropyxis rickiana***
11. Teliósporos de parede lisa 12
- 11'. Teliósporos de parede ornamentada 13
12. Uredínios com paráfises periféricas; ecios ausentes; poros germinativos dos teliósporos sem umbo; sobre *Tabebuia* ***Prospodium venezuelanum***
- 12'. Uredínios ausentes; ecios presentes sem paráfises; teliósporos com umbo hialino em cada poro; sobre *Adenocalymma*, *Pachyptera*, *Stizophyllum* ***Prospodium laevigatum***
13. Urediniósporos bilaminados e unicapitados 14
- 13'. Urediniósporos bilaminados e bicapitados (coronados) 15
14. Teliósporos geralmente uniformes dentro de um padrão (35–47,5 × 22,5–32,5 μm), com um par de apêndices globoides e equinulados, inflado ou equinulado na base; sobre *Handroanthus*, *Tabebuia* ***Prospodium tecomicola***
- 14'. Teliósporos de dois tipos diferenciados pela cor e medidas, os maiores (29–36 × 21–25 μm) de parede marrom e os menores (27–32 × 20–22 μm) de parede marrom dourada; sobre *Handroanthus* ***Prospodium bicolor***
15. Teliósporos de parede externa verrucosa-equinulada, constrição do septo bem evidente; sobre *Tabebuia* ***Prospodium tabebuicola***
- 15'. Teliósporos de parede externa equinulada, pouco constricto no septo; sobre gênero hospedeiro indeterminado ***Prospodium amapaensis***

5.2. Descrição das espécies de ferrugem identificadas sobre Bignoniaceae para a Amazônia brasileira depositadas no herbário MG

Phakopsoraceae Cummins & Hirats. MycoBank n°: 81145

Phragmidiella bignoniacearum (W.T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen, Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat. 23 (n° 88): 425 (1999).

MycoBank n°: 804985.

Figura 1 (A-D).

Holótipo: sobre *Cydista aequinoctialis* (L.) Miers, Trinidad, Dropouche, XI.1949, R.E.D. Baker 2204 (?/?, IIse/III), (BPI, PACMA).

= *Cerotelium bignoniacearum* W.T. Dale, Mycological Papers, 59: 3 (1955).

Anamorfo: *Macabuna daleae* Buriticá & J.F. Hennen, Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat., 23: 425 (1999).

Espermogônios e écios desconhecidos. Uredínios anfígenos, geralmente abaxiais, em manchas irregulares, subepidermais em origem, isolados ou agrupados, com 0,1–0,5 mm de diâmetro, marrons claros; epiderme rompida visível, paráfises periféricas, 18–26 × 8–12 µm, poucas, de parede hialina, verrucosa, e himênio plano; urediniósporos 18–28 × 14–20 µm, globoides a amplamente elipsoides, parede uniforme, com 1–1,5 µm de espessura, moderadamente equinulada, hialina a amarelo claro, poros germinativos obscuros. Télios abaxiais, de origem subepidérmica, em manchas irregulares de 130–450 µm de diâmetro, isolados ou agrupados, cerosos, marrons claros, compostos por fileiras verticais de 2–8 esporos, ligeiramente aderidas lateralmente; teliósporos catenulados, (10–) 16–18 (–22) × 9–13 (–15) µm, subcuboides, parede uniforme com 1–1,5 µm de espessura, hialina, lisa. Germinação sem dormência (Hennen *et al.*, 2005).

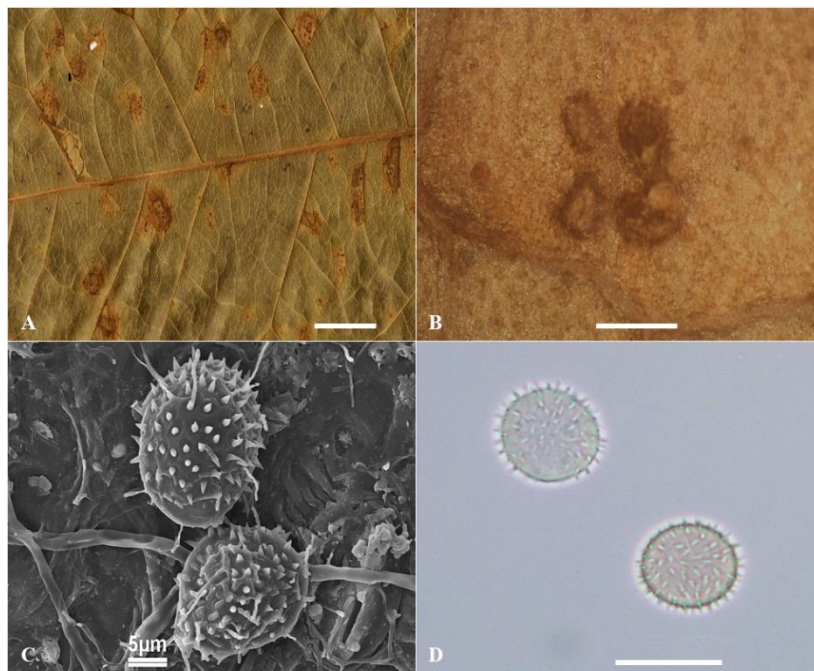
Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Amapá, REBIO do Lago Piratuba, Tabaco, 01°19'23" N - 50°16'44" W, sobre: *Cydista* sp., 07/XI/2005, fl., H.M.P. Sotão e L.C. Lobato, H-06; Porto Grande, FLONA do Amapá, Rio Falsino, 00°56'14,1" N - 51°35'43,6" W, sobre: *Cydista* sp., 19/XII/2009, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2009-156 (MG 207829); PARÁ: Belém, Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, 1°25'30,1" S - 48°26'36,1" W, sobre: *Cydista* sp., 26/VIII/2011, fl., F.M. Brito *et al.*, 21 (MG 213387); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Rio Caxiuanã, Retiro, 1°47'314" S - 51°36'324"

W, sobre: *Cydista* sp., 05/VI/1998, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 98-147 (MG 164683); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, Praia do Lisboa, 1°46'691" S - 51°25'499" W, sobre: *Cydista aequinoctialis* (L.) Miers, 30/V/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-415 (MG 164681); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, Praia do Lisboa, sobre: *Cydista aequinoctialis* (L.) Miers, 18/VIII/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-559 (MG 164682); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, 1°57'35,3" S - 51°36'53,9" W, sobre: *Cydista* sp., 08/XII/2006, H.M.P. Sotão e I. França, H2006-183B (MG 189066); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Capoeira do Sr. Montinho, sobre: *Cydista* sp., 05/X/2003, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 1273 (MG 173521).

Comentários: Hennen *et al.* (2005) citam quatro espécies de *Phragmidiella* para o Neotrópico (no Brasil, Panamá e Trinidad): *P. bignoniacearum* (W.T. Dale) Buriticá & J.F. Hennen, *P. paulista* Buriticá & J.F. Hennen, *P. holwayi* (H.S. Jacks.) Buriticá e *P. minuta* (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen, que podem ser diferenciadas pela presença de uredínios com paráfises periféricas, septadas ou não, e parede dos urediniósporos com espinhos curtos, mais ou menos uniformes. As espécies de *Phragmidiella* se distinguem das de *Porotenus*, por apresentarem teliósporos unicelulares, sésseis e catenulados, enquanto em *Porotenus*, os teliósporos são bicelulares e pedicelados. Os seus uredínios também se diferenciam dos de *Porotenus* e *Uredo*, principalmente por esses gêneros não apresentarem paráfises.

Buriticá (1999b) transferiu *Cerotelium bignoniacearum* W.T. Dale para *Phragmidiella*, e nomeou o seu anamorfo *Macabuna daleae* Buriticá & J.F. Hennen. Segundo o mesmo trabalho, *P. bignoniacearum* ocorria no Panamá e Trinidad, parasitando os gêneros *Clytostoma* Miers & Bureau e *Cydista* Miers. Sotão *et al.* (2006) relataram o primeiro registro desta espécie para o Brasil, na Flona de Caxiuanã, Pará, e França *et al.* (2010) expandiram o conhecimento da sua distribuição para o estado do Amapá, em estudo conduzido na REBIO do Lago Piratuba.

Figura 1: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Phragmidiella bignoniacearum* - A. Folha de *Bignonia* sp. com uredínios, B. Uredínios, C. Urediniósporos em MEV, D. Urediniósporos globoides equinulados e hialinos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D = 20 µm.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S; O autor (2023).

Phragmidiella minuta (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen, Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat. 23 (nº 88): 427 (1999).

Mycobank nº: 804987.

Figura 2 (A-D).

Holótipo: sobre *Arrabidea sieberi* DeCandolle, Trinidad, La Seiva Valley, 9.VI.1921, Thaxter-38 (?/?,IIse/III).

= *Cerotelium minutum* Arthur, Bot. Gaz. (Crawfordsville), 73: 59 (1922).

Anamorfo: *Macabuna marnavea* Buriticá & J.F. Hennen, Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat., 23: 427 (1999).

Espermogônios e écios desconhecidos. Uredínios em manchas descoloridas na face abaxial das folhas, dispersos isoladamente ou em pequenos grupos, com 0,1–0,2 mm de diâmetro, arredondados, de origem subepidérmica, irrompentes, de himênio plano e elevado para cima, pulverulentos; paráfises periféricas, 36–42 × 8–10 μm, curvas, septadas, pontiagudas no ápice, parede espessada irregularmente, 3–4 μm na parte posterior, amarelada; urediniósporos 18–26 × 13–16 μm, obovoides a globoides, parede uniformemente com 1 μm de espessura, hialina a amarelada, equinulada, 3–5 poros germinativos dispersos. Télios abaxiais, 0,3–0,8 mm de diâmetro, cerosos, amarelados; teliósporos 13–16 × 12–14 μm, cuboides a geralmente elipsoides, parede uniforme, 1 μm

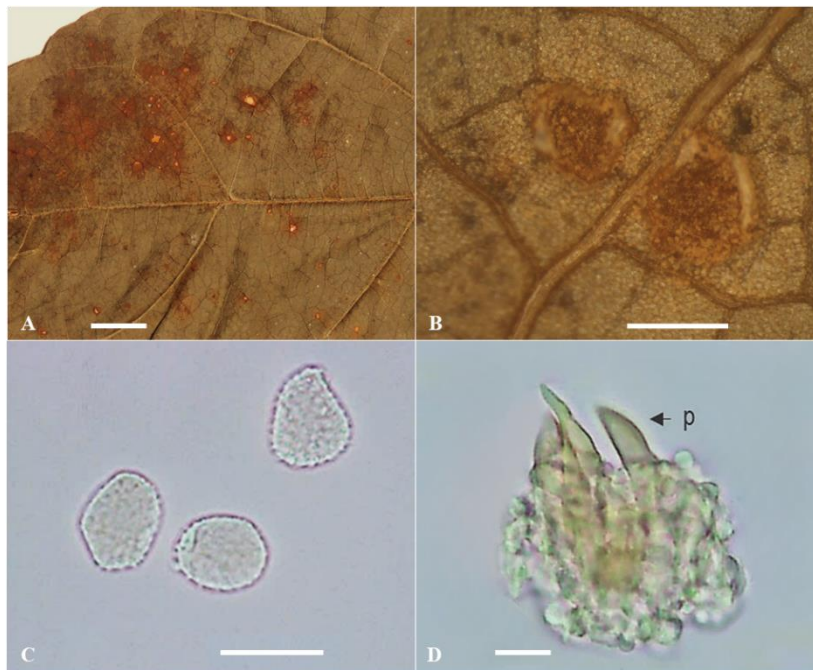
de espessura, marrom-canela claro, lisa; dispostos em filas verticais de 30–50 µm de comprimento, incluindo 3–5 teliósporos (Hennen *et al.*, 2005).

Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Macapá, Parque Zoobotânico, 0°02'25,8" S 51°05'45,5" W, sobre: *Arrabidaea* sp., 06/X/1987, fl., J.F. Hennen e H. M. P. Sotão, 87-4 (0031); Macapá, Parque Zoobotânico, sobre: *Arrabidaea* sp., 04/VII/1988, fl., J.F. Hennen e H. M. P. Sotão, 88-482 (0228); Santana, Rodovia da Estrada de Santana, Parque Residencial Lagoa, 0°01'41,9" N - 51°06'43,6" W, sobre: *Arrabidaea* sp., 05/VII/1988, fl., J.F. Hennen e H. M. P. Sotão, 88-503 (0247); PARÁ: Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Instituto Agrônômico do Norte, 1°26'09,6" S - 48°26'57,8" W, sobre: *Arrabidaea chica* (Bonpl.) Verl., 15/III/1962, fl., J.M. Pires, IAN 856 (538); Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, 1°27'16,0" S - 48°26'19,0" W, sobre: *Arrabidaea chica* (Bonpl.) Verl., 28/III/2014, fl., J.R. Oliveira, J2014-14 (MG 213664); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, Flexal, 1°42'14,4" S - 51°20'51,5" W, sobre: *Arrabidaea* sp., 03/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1203 (MG 173520); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, sobre: *Cydista* sp., 05/X/2003, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 1274 (MG 173522).

Comentários: As espécies de *Phragmidiella* que ocorrem no Brasil são distinguidas por Hennen *et al.* (2005), a partir das características dos seus uredínios e urediniósporos. *Phragmidiella bignoniacearum* apresenta soros com poucas paráfises periféricas, curtas, hialinas e não septadas, enquanto em *P. minuta*, esses soros têm paráfises abundantes, longas, amareladas e septadas, assim como *P. holwayi* e *P. paulista*. *Phragmidiella holwayi* é a que mais se assemelha a *P. minuta*, pois apresenta a parede dos esporos recoberta por espinhos curtos, uniformemente distribuídos, mas *P. holwayi* tem uma parede espessada apicalmente, e a de *P. minuta*, é igualmente fina; e *P. paulista* difere das demais, por apresentar urediniósporos com espinhos irregularmente dispostos, principalmente na metade superior dos esporos (Hennen *et al.*, 2005).

Phragmidiella minuta tem distribuição conhecida para Trinidad (espécime-tipo) e Brasil, nos estados da Bahia, Minas Gerais, Pará, Rio de Janeiro, onde ocorrem sobre *Fridericia* (anteriormente referida como *Arrabidaea*) e Santa Catarina, sobre *Adenocalymma paulistarum* Bureau & K. Schum. (Hennen *et al.*, 2005), sendo este o seu primeiro registro para o Amapá, sobre *Fridericia* sp.

Figura 2: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Phragmidiella minuta* - A. Folha de *Fridericia* sp. com uredínios, B. Uredínios, C. Urediniósporos obovóides equinulados e hialinos (MO), D. Paráfises septadas pontiagudas no ápice (p) (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m.



Fonte: Monteiro, J.S; O autor (2023).

Raveneliaceae Leppik. Mycobank n°: 81245.

Porotenus biporus J.F. Hennen & Sotão, SIDA 17 (1): 175 (1996).

Mycobank n°: 445261.

Figura 3 (A-E).

Holótipo: sobre *Memora flavida* (A. DC) Bureau & K. Schumann (Bignoniaceae), Brasil, Pará: Belém, Floresta do Mocambo, 9.VII.1979, J.F & M.M Hennen 79-153 (0/I/II/III), (BRIT, IBI).

Espermogônios anfígenos, subepidermais, agrupados em pequenas áreas descoloridas que caem da folha. Écios dispostos ao redor dos espermogônios, subepidermais, irrompentes, pulverulentos, marrons; eciósporos pedicelados, (33–) 35–40 (–42) \times 24–30 (–33) μ m, assimétricos, geralmente elipsoides ou ovais, com poros na seção óptica, e levemente reniformes, com poros no eixo óptico, parede 1,5–2 μ m de espessura, marrom-canela escura, com bandas longitudinais irregulares, equinuladas, nas quais há dois poros mais ou menos equatoriais. Uredínios abaxiais, com esporos semelhantes aos eciósporos. Télios abaxiais, pulvinados, acastanhados; teliósporos (36–) 40–49 \times 17–22 μ m, oblongo-elipsoides ou mais ou menos cilíndricos, 2-células, septo horizontal, parede

uniforme com 1–1,5 µm de espessura, lisa, amarela ou acastanhada a essencialmente hialina, um poro germinativo apical em cada célula; pedicelo quebradiço de parede fina e hialina. Germinação sem dormência (Hennen & Sotão, 1996).

Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Ferreira Gomes, FLONA do Amapá, Capoeira do Sr. Manoel, Parcela 6, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 04/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-32 (MG 223395); FLONA do Amapá, Capoeira do Sr. Manoel, Parcela 6, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 04/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-34 (MG 223396); FLONA do Amapá, PPBio, NS6 4.500-4.600m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 05/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-43 (MG 223402); FLONA do Amapá, NS1 1.350-1.400m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 17/VII/2009, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2009-82 (MG 223378); FLONA do Amapá, Rio Falsino, Capoeira 5 do Jacy, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 06/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-44 (MG 223403); FLONA do Amapá, Rio Falsino, Parcela 10, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 04/06/2012, fl., H.M.P. Sotão, H2012-26 (MG 223394); FLONA do Amapá, L04 3.600-3.700m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 07/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-63 (MG 223410); FLONA do Amapá, L04 3.600-3.700m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 07/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-59 (MG 223409); Macapá, Parque Zoobotânico, sobre: *Memora* sp., 06/VII/1988, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 88-517 (MG 173303); Macapá, Cariaú, sobre: *Memora* sp., 06/VII/1988, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 88-514 (MG 173302); Porto Grande, FLONA do Amapá, NS1 1.350-1.400m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 13/VII/2009, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2009-51 (MG 207790); FLONA do Amapá, L01 3.450-3.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 15/VII/2009, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2009-61 (MG 207795); FLONA do Amapá, L01 4.250-4.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 18/XII/2009, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2009-134 (MG 207817); FLONA do Amapá, NS1 1.300-1.350m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 05/VI/2010, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2010-165 (MG 207831); FLONA do Amapá, L01 4.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 06/VI/2010, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2010-183 (MG 207836); FLONA do Amapá, L01 4.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 06/VI/2010, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2010-184 (MG 207837); FLONA do Amapá, NS6 4.250-4.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 10/X/2011, fl., F.M. Brito *et al.*, H2011-246 (MG 207849); FLONA do Amapá, Capoeira

7, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 13/XI/2011, fl., F.M. Brito *et al.*, H2011-389 (MG 207857); Serra do Navio, FLONA do Amapá, Parcela 18, N00°55'66" - W52°00'23", sobre: *A. flavum* Mart. ex DC., 20/10/2014, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2014-81; AMAZONAS: Manaus, Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), PPBio, NS3 - 30m do piq. 500, sobre: *A. magnificum* Mart. ex DC., 26/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-76 (MG 217843); RFAD, Trilha de acesso ao Sabiá I, sobre: *A. magnificum* Mart. ex DC., 26/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-68 (MG 217841); RFAD, NS3, sobre *A. magnificum* Mart. ex DC., 26/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-73 (MG 217842); RFAD, L07 2.800m, sobre: *A. schomburgkii* (DC.) L.G. Lohmann, 02/II/2006, fl., I. França *et al.*, I2006-21 (MG 217799); RFAD, L07 2.500m, sobre: *A. schomburgkii* (DC.) L.G. Lohmann, 02/II/2006, fl., I. França *et al.*, I2006-22 (MG 217800); RFAD, L06 3.500m, sobre: *A. schomburgkii* (DC.) L.G. Lohmann, 05/II/2006, fl., I. França *et al.*, I2006-37 (MG 218525); RFAD, L05 2.500-2.600m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 04/II/2006, fl., I. França *et al.*, I2006-33 (MG 217801); RFAD, L05 2.500-2.600m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 04/II/2006, fl., I. França *et al.*, I2006-34 (MG 217812); RFAD, NS4 2.300-2.400m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 05/II/2006, fl., I. França *et al.*, I2006-36 (MG 217802); RFAD, L03 4.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 23/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-40 (MG 217832); RFAD, L03 4.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 23/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-41 (MG 217833); RFAD, L05 2.400-2.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 24/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-43 (MG 217834); RFAD, L04 3.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 24/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-44 (MG 217835); RFAD, L04 1.900m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 24/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-46 (MG 217836); RFAD, L04 2.700-2.800m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 24/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-52 (MG 217837); RFAD, L04 2.400-2.500m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 24/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-55 (MG 217838); RFAD, L04 2.600m, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 24/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-56 (MG 217839); PARÁ: Belém, Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre: *A. neoflavidum* L.G. Lohmann, 22/I/2013, fl., L.T. Carmo e F.M. Brito, 209 (MG 213499); Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre: *A. neoflavidum* L.G. Lohmann, 13/III/2013, fl., L.T. Carmo e F.M. Brito, 261 (MG 213546); Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre: *Adenocalymma* sp., 22/I/2013, fl., L.T. Carmo e F.M.

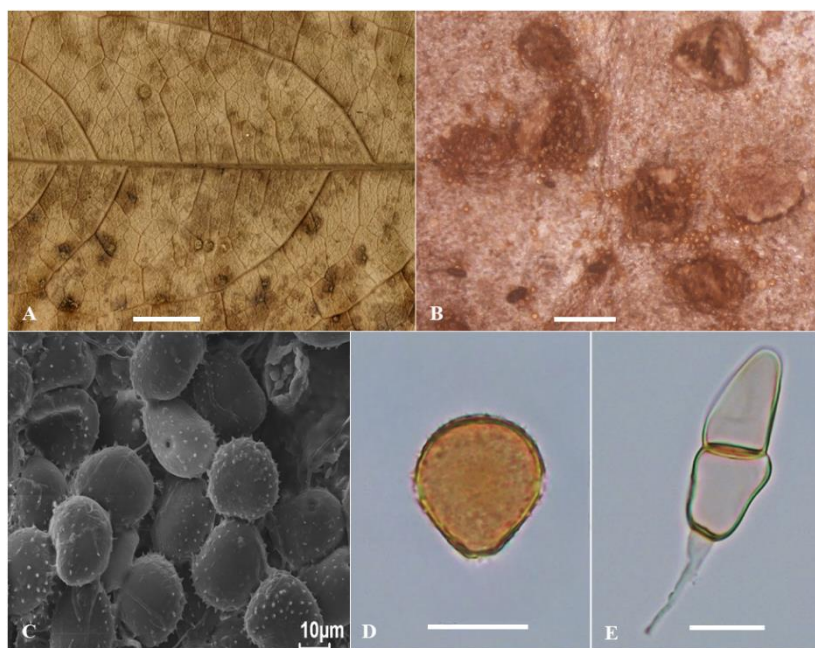
Brito, 211 (MG 213501); Belém, Ilha de Cotijuba, Pedra Branca, 1°12'57,9" S - 48°32'17,8" W, sobre: *A. schomburgkii* (DC.) L.G. Lohmann, 14/VI/2013, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2013-4 (MG 213639); Ilha de Cotijuba, Pedra Branca, sobre: *A. schomburgkii* (DC.) L.G. Lohmann, 14/VI/2013, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2013-10 (MG 213644); Belém, Parque Estadual do Utinga, sobre: *Memora* sp., 17/I/2012, fl., F.M. Brito e L.T. Carmo, 81 (MG 213457); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, arredores da base, sobre: *Memora* sp., 02/X/2003, A. Martins Jr., 1148 (MG 173517); FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Capoeira do Sérgio, sobre: *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., 04/V/1994, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 94-187 (MG 164687); FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Capoeira do Sérgio, sobre: *Memora* sp., 15/IV/1995, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 95-89 (MG 149435); FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Inventário 11, sobre: *Memora* sp., 27/V/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-325 (MG 164691); FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Inventário 11, sobre: *Memora cf. flavida* (DC.) Bureau & K. Schum. 13/XII/1996, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 96-241 (MG 164689); FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Inventário atrás da base, em trilha da Estação para a Torre, sobre: *Memora cf. contracta* A.H. Gentry *ex* Hauk, 02/V/1994, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 94-172 (MG 164686); FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Inventário atrás da base, em trilha da Estação para a Torre, sobre: *Memora cf. schomburgkii* (DC.) Miers, 02/V/1994, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 94-171 (MG 164685); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Parcela 13, *Memora* sp., 24/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, E2007-39 (MG 189129); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Parcela 13, sobre: *Memora* sp., 24/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, E2007-38 (MG 189128); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Parcela 15, sobre: *Memora* sp., 22/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, E2007-29 (MG 189119); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Parcela 15, sobre: *Memora* sp., 22/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, E2007-30 (MG 189120); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Parcela 15, sobre: *Memora* sp., 22/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, E2007-31 (MG 189121); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Parcela 15, sobre: *Memora* sp., 12/XII/2006, fl., H.M.P. Sotão e I. França, H2006-191 (MG 189074); FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Trilha A, sobre: *Memora* sp., 18/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, H2007-108 (MG 189092); FLONA de Caxiuanã, PPBio, Trilha A (1.300-1.400m), sobre: *A. flaviflorum* (Miq.) L.G.Lohmann, 11/II/2011, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, sem nº MG; FLONA de Caxiuanã, sobre: *Memora* sp., 19/I/2005, fl., A. Martins Jr., 130; FLONA de Caxiuanã, sobre: *Memora* sp., 13/I/2005, fl., A. Martins Jr., 133; FLONA de Caxiuanã, sobre:

Memora sp., fl., A. Martins Jr., 134; FLONA de Caxiuanã, sobre: *Memora* sp., fl., A. Martins Jr., 136; FLONA de Caxiuanã, sobre: *Memora* sp., fl., A. Martins Jr., 161; FLONA de Caxiuanã, sobre: *Memora* sp., fl., A. Martins Jr., 175; Santa Bárbara, Parque Ecológico do GUNMA, sobre: *Memora* sp., 21/XII/2005, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, M2005-88 (MG 180259).

Comentários: Sobre *Memora* estão referidas em Hennen *et al.* (2005) para o Brasil, seis espécies de ferrugem: *Porotenus bibasiporus* J.F. Hennen & Sotão, *Porotenus biporus* J.F. Hennen & Sotão, *Porotenus concavus* Viégas, *Porotenus memora* F.C. Albuq., *Prospodium anomalum* H.S. Jacks. & Holw., e *Uredo amapaensis* J.F. Hennen & Sotão. *Porotenus biporus* se distingue das demais espécies por apresentar a parede dos urediniósporos com duas largas áreas irregulares lisas, uma no lado concavo e a outra no convexo, e dois poros germinativos opostos, localizados nas bandas equinuladas (Hennen & Sotão, 1996).

Esta espécie tem distribuição geográfica conhecida para Guiana Francesa e Brasil, sendo relatada sobre *Memora* spp. nos estados do Amazonas (Carvalho *et al.*, 2018), Amapá, Maranhão, Minas Gérias, Pará e Distrito Federal (Flora e Funga do Brasil, 2023).

Figura 3: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-E. *Porotenus biporus* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Uredínios, C. Urediniósporos em MEV, D. Urediniósporo (MO), E. Teliósporo (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 20 μ m.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S.; O autor (2023).

Porotenus concavus Viégas, Bragantia 19 (1): XCVIII (1960).

Mycobank n°: 337532.

Figura 4 (A-D).

Holótipo: sobre *Memora glaberrima* (Chamisso) K. Schumman, Brasil, Minas Gerais: São João del Rei, 27.IX.1948, *P. Heringer s.n.* (?/?,II/III).

Espermogônios e écios desconhecidos (ou não visualizados). Uredínios anfígenos, agrupados em partes distorcidas da planta, aparentando ser localmente sistêmicos, subepidermais, pulverulentos, marrons-canela, sem paráfises; urediniósporos assimétricos, (25–) 28–35 (–40) × (22–) 24–26 (–28) µm, com poros na secção óptica, elipsoides, (18–) 20–22 µm de largura, e no eixo óptico, reniformes, parede (1,5–) 2–2,5 µm de espessura, marrom-canela ou o lado côncavo mais pálido na base, equinulada exceto no lado côncavo, 2 poros, equatoriais ou ligeiramente abaixo. Télios principalmente na face abaxial das folhas, pulvinados, marrons claros; teliósporos variáveis em comprimento, (48–) 53–75 (–82) × (14–) 15–18 (–21) µm, na maioria cilíndricos, parede 0,5–1 µm de espessura, lisa, acastanhada a geralmente hialina, 2-células, cada uma germinando apicalmente através de um grande poro ou área claramente diferenciada; pedicelo delgado, hialino, quebradiço, com pelo menos 75 µm de comprimento (Hennen *et al.*, 2005).

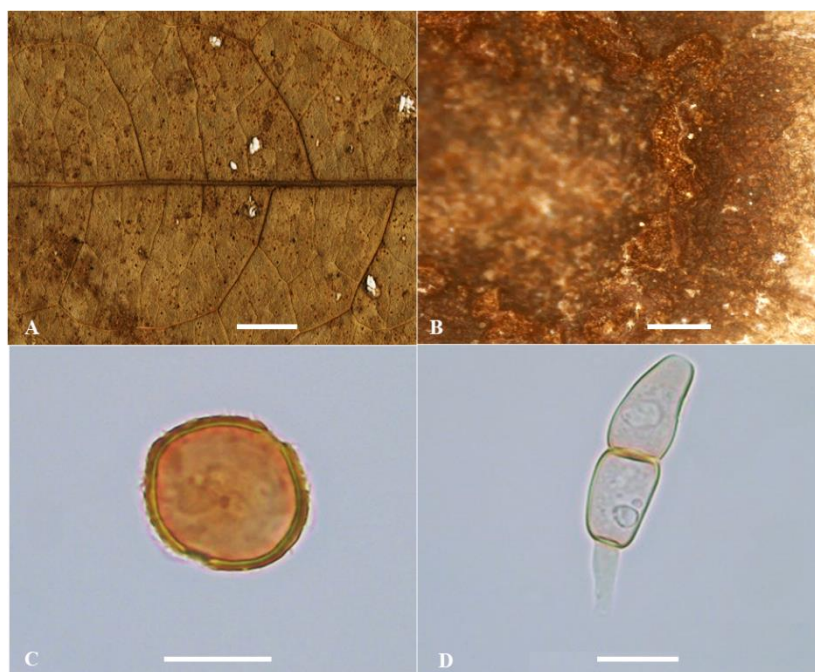
Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Ferreira Gomes, FLONA do Amapá, PPBio, L06 4.650 - 4.700 m, 00°56'14,1'' N - 51°35'43,6'' W, sobre: *A. allamandiflorum* (Bureau *ex* K. Schum.) L.G. Lohmann, 05/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-39 (MG 223400); PARÁ: Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Instituto Agrônômico do Norte, 1°26'09,6" S - 48°26'57,8" W, sobre: *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., 05/XI/1967, fl., F.C. Albuquerque, IAN 1161 (755); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, sobre: *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nichols., 01/II/2005, fl., A. Martins Jr., 169.

Comentário: Esta espécie diferencia-se de *Porotenus biporus* por apresentar a parede dos urediniósporos com apenas uma mancha lisa no lado côncavo e o par de poros germinativos, situado em áreas lisas opostas (Hennen *et al.*, 2005).

Encontra-se referenciada somente para o Brasil, nos estados de Minas Gerais (tipo) e Pará. Albuquerque (1971a) relatou a primeira ocorrência desta espécie para a

Amazônia brasileira, sobre folhas de *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum. Carmo *et al.* (2016), registraram esta espécie em estudo realizado para a Região Metropolitana de Belém, Pará, sobre este mesmo gênero de Bignoniaceae. Este é o primeiro registro para o estado do Amapá.

Figura 4: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Porotenus concavus* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Uredínio, C. Urediniósporo (MO), D. Teliósporo (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m.



Fonte: Monteiro, J.S; O autor (2023).

Porotenus memorae F.C. Albuquerque, Pesquisa Agropec. Bras. Ser. Agron. 6: 139 (1971).

Mycobank n°: 320934.

Figura 5 (A-D).

Holótipo: sobre *Memora consanguinea* Bureau & K. Schumman, Brasil, Pará: Belém, 12.XIII.1963, F. Albuquerque s.n. (?/?,II/III).

Espermogônios principalmente na face adaxial das folhas, em áreas descoloridas e por vezes ligeiramente hipertrofiadas. Écios anfígenos, dispostos ao redor dos espermogônios, marrons; eciósporos (30–) 35–45 (–52) \times (12–) 17–21 (–23) μ m, pedicelados, assimétricos, a maioria elipsoide em uma vista, reniforme (muitas vezes fortemente curvado) na outra, parede 1,5–2 μ m de espessura, marrom-castanho,

equinulada exceto no lado côncavo, 1 poro próximo ao hilo. Uredínios abaxiais, dispersos, subepidermais; e urediniósporos semelhantes aos do écio. Télios abaxiais, subepidermais, marrons claros; teliósporos (33–) 40–50 (–55) × 18–22 µm, oblongo-elipsoides ou mais ou menos cilíndricos, parede 1,5 µm de espessura, ligeiramente mais espessa nos poros, lisa, quase hialina, 2-células, com poro apical em cada célula. Germinação sem dormência (Hennen *et al.*, 2005).

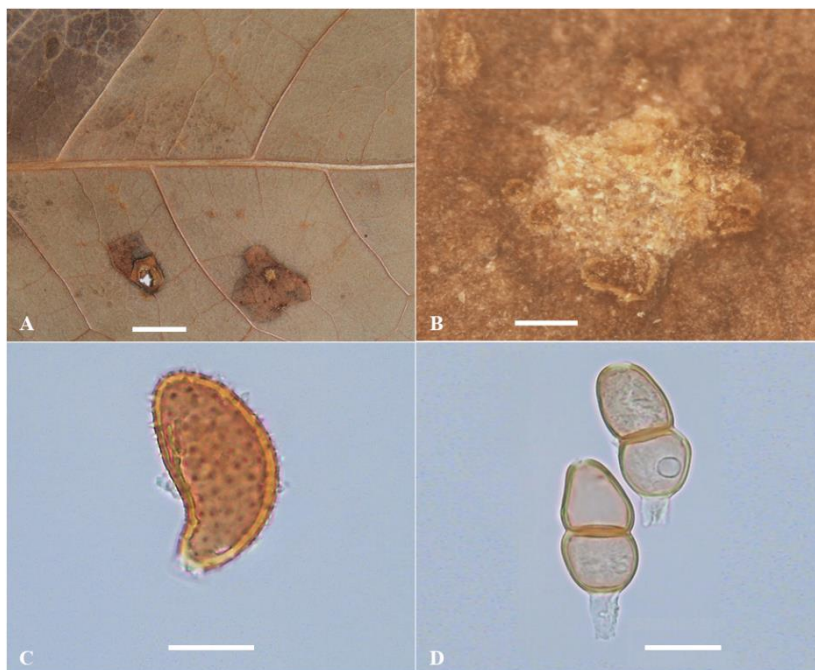
Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Amapá, REBIO do Lago Piratuba, Rio Araguari, 01°19'58" N - 50°22'11" W, sobre: *Memora* sp., 10/XI/1987, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 87-100 (MG 173296); Macapá, Cariaú, 0°07'26,9" N - 51°03'40,0"W, sobre: *Memora* sp., 11/XI/1987, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 87-109 (MG 173297); Mazagão, Camaipí, 0°08'53,7" N - 51°35'02,0" W, sobre: *Memora* sp., 15/XI/1987, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 87-122 (MG 173299); AMAZONAS: Manaus, Reserva Florestal Adolpho Ducke, L01 - 150m, 2°57'47,2" S - 59°55'22,3" W, sobre: *A. moringifolium* (DC.) L.G. Lohmann, 25/VI/2015, fl., A.C. Carvalho *et al.*, A2015-62 (MG 217840); PARÁ: Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Instituto Agrônômico do Norte, 1°26'09,6" S - 48°26'57,8" W, sobre: *Memora consanguinea* Bureau & K. Schum., 25/VII/1965, fl., F.C. Albuquerque, IAN 972 (621); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, Trilha A, 1°57'35,3" S - 51°36'53,9" W, sobre: *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., 18/VIII/2007, fl., H.M.P. Sotão e E. Freires, H2007-107 (MG 189091); FLONA de Caxiuanã, sobre: *A. validum* (K. Schum.) L.G. Lohmann, 01/II/2005, fl., A. Martins Jr., 145.

Comentários: Duas espécies de *Porotenus* são identificadas pela presença de poros germinativos próximos ao hilo: *P. bibasiporulus* e *P. memorae*, ambas registradas para a Amazônia brasileira no trabalho de Martins-Jr. *et al.* (2022). Diferente de *P. bibasiporulus*, que possui urediniósporos com dois poros germinativos, nos lados côncavo e convexo, com uma mancha lisa em cada banda equinulada, *P. memorae* apresenta um único poro perto do hilo, situado no lado convexo, e uma banda lisa no côncavo (Hennen *et al.*, 2005).

Descoberta no estado do Pará, sobre uma espécie de Bignoniaceae nativa da Amazônia (Albuquerque, 1971b), *P. memorae* atualmente tem distribuição geográfica conhecida para Guiana Francesa, e no Brasil, para os estados de Minas Gerais, São Paulo,

e no norte, Amazonas e Pará (Hennen *et al.*, 2005; Flora e Funga do Brasil, 2023). Esta é a primeira referência da espécie para o estado do Amapá.

Figura 5: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Porotenus memorae* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Télios, C. Urediniósporo (MO), D. Teliósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 μ m.



Fonte: Monteiro, J.S; O autor (2023).

Prospodium amapaensis J.F. Hennen & Sotão, SIDA 17 (1): 180 (1996).

Mycobank n°: 445266.

Figura 6 (A-D).

Holótipo: sobre Bignoniaceae indeterminada, Brasil, Amapá: ca. 10 km W de Mazagão (ca. 40 km SW de Macapá), 14.XI.1987, *Hennen & Sotão-87-120* (?!?,II/III), (BRIT, MG, IBI).

Espermogônios e écios desconhecidos. Uredínios abaxiais, dispersos, supraestomatais, 0,2–0,5 mm de diâmetro, pulverulentos, marrons; soros compostos por um perídio basal circular coberto por paráfises ao redor da margem, paráfises 31–40 \times 6–9 μ m; urediniósporos 21–30 \times 19–29 μ m; globoides a geralmente elipsoides, parede 1–1,5 μ m de espessura, marrom-amarelada com duas camadas incompletas, a camada externa formando um anel longitudinal de espinhos irregularmente interconectados, o anel se

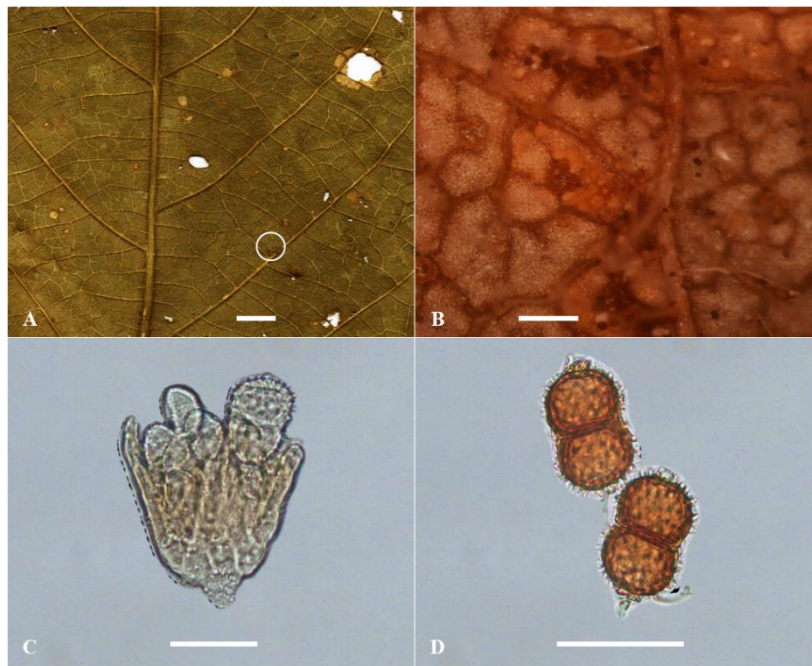
divide distalmente para formar uma coroa baixa (característica denominada “bicapitada” por Cummins & Hiratsuka, 1983). A área das paredes laterais entre o anel tem espinhos espaçados e dois poros germinativos equatoriais, opostos. Télios como os uredínios, mas marrons-castanhos; teliósporos $37\text{--}47 \times 24\text{--}29 \mu\text{m}$, geralmente elipsoides, arredondados acima e abaixo, com um pequeno umbo em cima, ligeiramente contraído no septo; parede uniforme com $2\text{--}3 \mu\text{m}$ de espessura, equinulada, com equinulas irregularmente e amplamente espaçadas, por vezes interligadas na base, 2-células, com poro apical na célula superior e próximo ao pedicelo na célula inferior; pedicelo geralmente sem apêndices e quebradiço (Hennen & Sotão, 1996).

Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Mazagão, Mazagão Novo, $00^{\circ}06'58'' \text{ S}$ - $51^{\circ}17'10'' \text{ W}$, sobre: *Arrabidaea* sp., 14/XI/1987, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 87-120 (MG 173298).

Comentários: Cummins (1940) organizou as espécies de *Prospodium* em três grupos informais (*Euprospodium*, *Cyathopsora* e *Nephlyctis*), com base no ciclo de vida (macro ou microcíclico) e na posição dos uredínios e télios no hospedeiro (subepidermais, extraestomatais ou subcuticulares). *Prospodium amapaensis* se apresenta na seção *Cyathopsora*, juntamente com outras seis espécies, e se caracterizam por serem macrocíclicas, com soros supraestomatais, em forma de cestos (ciatifomes), e urediniósporos com uma coroa apical (coronada) bicapitada. Três espécies deste grupo, além de *P. amapaensis*, ocorrem na Amazônia brasileira, e estão descritas neste trabalho: *P. laevigatum* (pág. 46), *P. tabebuiicola* (pág. 49), e *P. venezuelanum* (pág. 53) (Hennen & Sotão, 1996; Hennen *et al.*, 2005), sendo *P. tabebuiicola* em *Tabebuia* sp., a que mais se aproxima de *P. amapaensis*, exceto por seus teliósporos, que são maiores, não tão obtusos acima e abaixo, e constrictos no septo (Hennen & Sotão, 1996).

Esta espécie tem distribuição limitada, com relato apenas do tipo para o estado do Amapá (Hennen & Sotão, 1996) e outro mais recente para a Guiana Francesa, em Maripasoula (Berndt, 2013), região de fronteira com o município de Oiapoque, Amapá. Hennen *et al.* (2005) mencionam a necessidade de mais coletas para determinar a ocorrência desta ferrugem e a sua distribuição pelo bioma Amazônia.

Figura 6: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Prosopodium amapaensis* - A. Folha de *Fridericia* sp. com tégios, B. Tégios, C. Cesta com teliósporos (MO), D. Teliósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; 0,2 mm; C-D = 20 µm.



Fonte: O autor (2023).

Prosopodium bicolor F.A. Ferreira & J.F. Hennen, Mycologia 78 (5): 801 (1986)

Mycobank n°: 130002.

Figura 7 (A-D).

Holótipo: sobre *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols, Brasil, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 16.VI.1979, J.F. Hennen, M.M. Hennen & F.A. Ferreira-83-354 (0/I/II/III).

Anamorfo: *Prosopodium suppressum* Arthur, Mycologia, 14: 13 (1922).

Espermogônios anfígenos, agrupados na superfície plana da folha ou em zonas hipertrofiadas da lâmina e das nervuras. Écios ao redor ou entre os espermogônios, tornando-se extensivamente confluentes, supraestomatais, pulverulentos, marrons-canela; eciosporos geralmente 26–30 × 20–28 µm, globoides ou quase com poros na vista frontal, elipsoides quando os poros são laterais; parede bilaminada, com camada interna de 1–1,5 µm de espessura, marrom-dourada, lisa, e camada externa unicapitada, 3–5 µm de espessura, hialina, ausente sobre os poros, aculeada com acúleos colunares ou conidiais que se originam na camada hialina, formando um halo em forma de franja quando os poros estão de frente, mas principalmente uma capa apical quando são laterais; 2 poros,

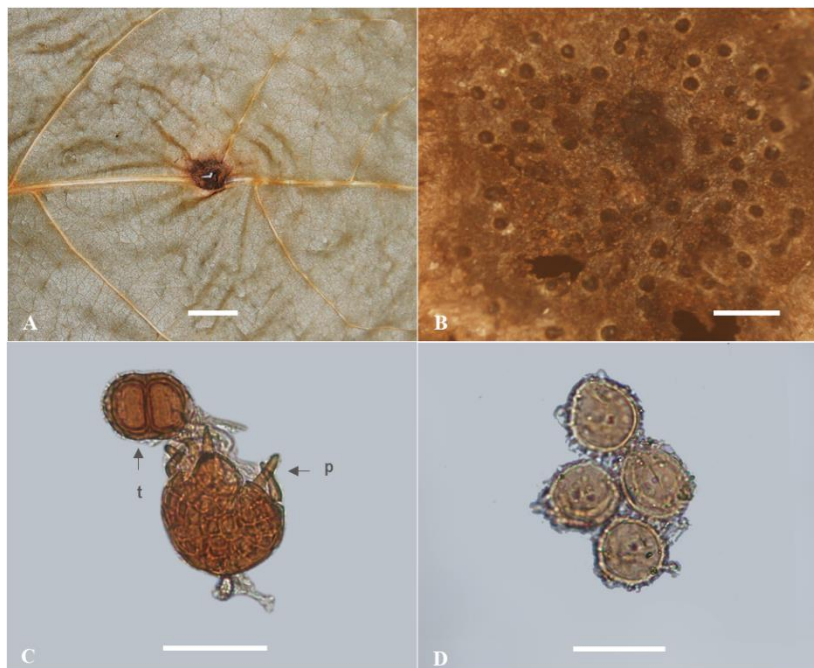
equatoriais, em lados achatados do esporo. Uredínios não observados; urediniósporos semelhantes aos eciósporos, ocasionalmente com teliósporos. Télios abaxiais, supraestomatais, ciatiformes com um cálice peridial basal, marrom-dourado, com 50–80 μm de diâmetro; paráfises cilíndricas ou ligeiramente cônicas com 11–20 μm de comprimento e 2–7 μm de largura na base; teliósporos de 2 tipos mais ou menos distintos, maiores, 29–36 \times 21–25 μm , com parede marrom-castanho, e os menores, 27–32 \times 20–22 μm , com parede marrom-dourada, ambos os tipos fortemente aculeados com cones de 1,5–3 μm de altura, geralmente sem a área septal; poro apical na célula superior, perto do pedicelo na célula inferior, obscuro; pedicelo com 30–50 μm de comprimento, 3–5 μm de largura, com 1–3 (raramente não) espirais de apêndices dicotomicamente ramificados. Os esporos dourados germinam sem dormência, e os castanhos provavelmente requerem período de dormência (Hennen *et al.*, 2005).

Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Serra do Navio, Estrada da Pedra Preta, 00°53'45" N - 52°00'07" W, sobre: *Handroanthus* sp., 06/I/1990, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 90-09 (MG 173305).

Comentários: *Prospodium bicolor* está classificada no grupo *Cyasthopsora*, por ser macrocíclica, com uredínios e télios supraestomatais, ciatiformes. Os seus urediniósporos têm parede bilaminada, mas diferente das demais espécies de *Prospodium* caracterizadas neste trabalho, apresenta a camada externa unicapitada. Os teliósporos são de dois tipos, com tamanhos e cores ligeiramente distintos, e pedicelos que são longos e ornamentados (Hennen *et al.*, 2005).

A espécie tem distribuição conhecida para Trinidad e Brasil, onde ocorre nos estados de Minas Gerais e Pará, sobre *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose (ipê-amarelo) (Carvalho-Jr & Sotão, 2015), no Mato Grosso do Sul, sobre *H. impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos (ipê-roxo) e *H. serratifolius* (Fernandes *et al.*, 2018), e no Rio Grande do Sul, sobre *H. heptaphyllus* (Vell.) Mattos (ipê-rosa) (Lippert *et al.*, 2013). Este representa o seu primeiro registro para o estado do Amapá, sobre o gênero *Handroanthus*.

Figura 7: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Prospodium bicolor* - A. Folha de *Handroanthus* sp. com soros, B. Espermogônios e écios agrupados em áreas escuras hipertrofiadas, C. Cesta castanho-dourada com teliósporo (t) e paráfises periféricas cilíndricas (p) (MO), D. Eciósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm, B = 0,2 mm; C-D = 20 μm .



Fonte: O autor (2023).

Prospodium laevigatum J.F Hennen & Sotão, SIDA 17 (1):182 (1996).

Mycobank n°: 445267.

Figura 8 (A-E).

Holótipo: sobre *Mansoa kerere* (Aublet) A.H. Gentry, Brasil, Pará: Belém, Floresta do Mocambo, 9.VII.1979, *J.F. Hennen & M.M. Hennen 79-153A (0/I,?/III)*, (SP).

Espermogônios geralmente adaxiais, pouco agrupados. Écios abaxiais, opostos aos espermogônios, confluentes em grupos mais ou menos circulares, subepidermais, irregulares, irrompentes, pulverulentos, marrons-canela; eciósporos geralmente $21-24 \times 20-23 \mu\text{m}$, globoides, bilaminados, com parede interna marrom-castanho claro, e camada externa apicalmente coronada, ausente sobre os poros, e cercada por papilas baciliformes, formando um halo completo quando os poros estão em vista frontal, mas aparecendo apenas como dois gorros ou "orelhas" lateralmente a partir do ápice; 2 poros, equatoriais nas faces lisas. Uredínios desconhecidos, provavelmente não produzidos. Télios abaxiais, supraestomatais, dispersos, ciatiformes, com taça peridial basal amarelada de $40-55 \mu\text{m}$ diâmetro, borda da taça com protuberâncias baixas (difícilmente paráfises); teliósporos geralmente $28-35 \times 17-21 \mu\text{m}$, oblongo-elipsoides e fortemente contraídos no septo; parede $1,5 \mu\text{m}$ de espessura, dourada ou marrom-canela clara, lisa, com um umbo lenticular baixo e hialino sobre cada poro, um poro apical na célula superior, e na inferior

na região do septo; pedicelo de parede fina, hialino, frágil, com cerca de 25 µm de comprimento, sem apêndices. Germinação sem dormência (Hennen & Sotão, 1996).

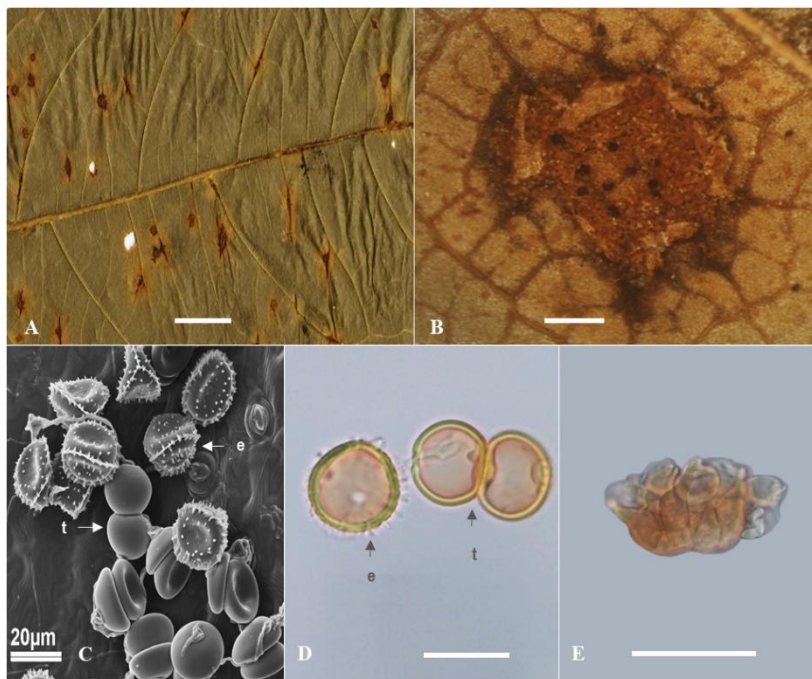
Material examinado: BRASIL. PARÁ: Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, Flexal, 1°42'14,4" S - 51°20'51,5" W, sobre: *Memora* sp., 14/XII/1996, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 96-310 (MG 164696); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, área próxima à residência do Sr. Calafate, 1°41'867" S - 51°20'401" W, sobre: *Memora* sp., 03/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1182 (MG 173518); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, área próxima à residência do Sr. Calafate, sobre: *Memora* sp., 03/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1184 (MG 173519); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, área próxima à residência do Sr. Calafate, sobre: *Memora* sp., 30/V/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-429 (MG 164692); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, área próxima à residência do Sr. Calafate, sobre: *Memora* sp., 19/X/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-613 (MG 164694); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, área próxima à residência do Sr. Calafate, sobre: *Memora* sp., 03/X/2003, fl., O. Cardoso *et al.*, 1179 (MG 172473); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, área próxima à residência do Sr. Flávio, 1°47'362" S - 51°26'537" W, sobre: *Pachyptera kerere* (Aubl.) Sandwith, 25/X/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-288 (MG 164698); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, sede do IBAMA, 1°47'605" S - 51°25'976" W, sobre: *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., 17/II/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-11 (MG 164690); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, sede do IBAMA, sobre: *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., 19/X/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-600 (MG 164697); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, sede do IBAMA, sobre: *Stizophyllum riparium* (Kunth) Sandwith, 12/IV/1995, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 95-12 (MG 149425); FLONA de Caxiuanã, sobre *Adenocalymma* sp., 04/I/2005, fl., A. Martins Jr., 183.

Comentários: De acordo com a classificação de Cummins (1940), *P. laevigatum* se enquadra no tipo *Cyathopsora*, sendo a única espécie do grupo a apresentar eciósporos coronados e teliósporos lisos. Hennen *et al.* (2005) reportam cinco espécies de *Prospodium* com teliósporos de parede lisa: *P. aequinoctialis* (Holw.) Cummins, sobre o gênero *Cydista*; *P. cumminsii* F. Kern & Thurst., sobre *Amphilophium*; *P. gentryi* A.A. Carvalho & J.F. Hennen sobre *Parmentiera*; *P. laevigatum* J.F. Hennen & Sotão, sobre *Mansoa*; e *P. venezuelanum* F. Kern, sobre uma provável espécie de *Tabebuia*. Dentre

elas, sabe-se que apenas *P. venezuelanum* e *P. laevigatum* ocorrem no Brasil, e que essa última se diferencia por apresentar eciósporos bilaminados e bicapitados, télios ciatiformes, supraestomatais, e teliósporos fortemente constrictos no septo, formando células quase globoides, com pedicelos frágeis (França *et al.*, 2010).

Embora o tipo tenha sido identificado sobre *Mansoa*, Sotão *et al.* (2006) relatam a ocorrência desta espécie em três outros gêneros de plantas hospedeiras: *Memora*, *Pachyptera* e *Stizophyllum*, coletados na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. No Brasil, apenas *P. laevigatum* é conhecida sobre *Mansoa* e *Pachyptera*. Sobre o gênero *Stizophyllum* também é registrada *Prospodium stizophylli* H.S. Jacks. & Holw., que se diferencia de *P. laevigatum* por apresentar parede dos teliósporos finamente rugosa, pedicelo com um septo e presença de numerosos mesósporos (Sotão *et al.*, 2006). Esta espécie possui distribuição delimitada para o Brasil, nos estados do Amapá (França *et al.*, 2010) e Pará (Hennen & Sotão, 1996).

Figura 8: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-E. *Prospodium laevigatum* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com soros, B. Écio, C. Eciósporos (e) e teliósporos (t) em MEV, D. Eciósporo (e) e teliósporo (t) em MO, E. Cesta com teliósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D = 20 μ m; E = 50 μ m.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S; O autor (2023).

Prospodium tabebuicola A.A. Carvalho & J.F. Hennen, Mycologia 102 (5): 1107 (2010).

Mycobank n°: 513377.

Figura 9 (A-F).

Holótipo: sobre *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl., Porto Rico, Añasco, 28.III.1916, H.H. Whetzel & E.W. Olive 358 (??,II/III), (PUR7429, PAC).

Anamorfo: *Prospodium tabebuae* F. Kern, Mycologia, 20: 63 (1928).

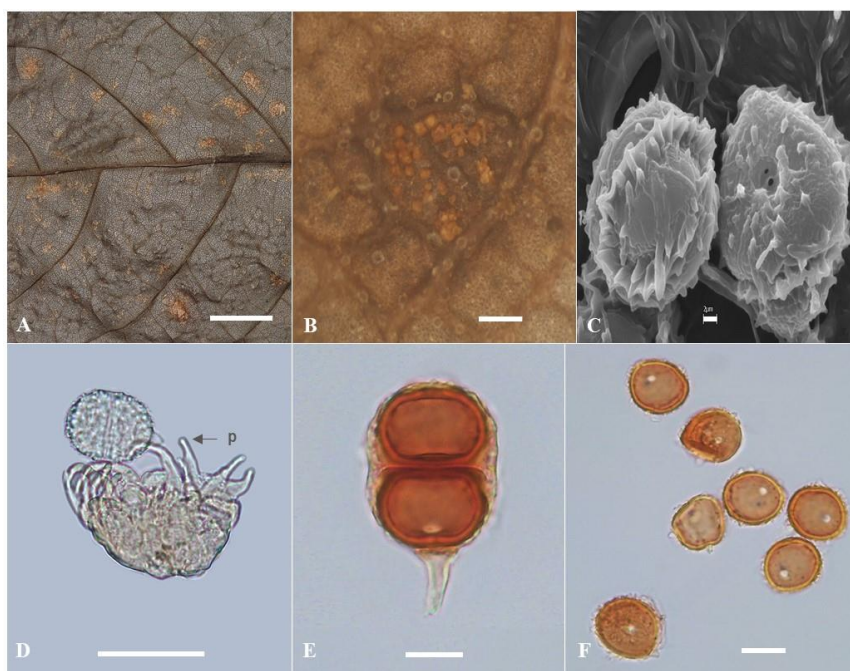
Espermogônios e écios desconhecidos. Uredínios abaxiais, marrons-castanhos escuros, dispersos, 30–60 µm de diâmetro, estipitados, subestomatais, emergindo através dos estômatos, ciatiformes; paráfises periféricas, acastanhadas, encurvadas, acuminadas, 25–40 × 5–8; parede 1,5–2 µm; urediniósporos radialmente assimétricos, globoides ou geralmente elipsoides, com poros na vista frontal, 23–39 × 20–26 µm, e na lateral, obovoides ou triangulares, 23–29 × 17–24 µm; parede bilaminada, bicapitada-coronada; a parede interna com 2 µm de espessura, marrom-canela, e a parede externa, 1,5–3 µm, hialina, equinulada; 2 poros, equatoriais. Télios como os uredínios; teliósporos 33–43 × 24–29 µm, elipsoides, 2-células, septo horizontal, parede bilaminada, com camada interna de 2–2,5 µm, marrom-castanho escuro, e camada externa bem evidente ao redor do septo e na região dos poros, amarela, verrucosa-equinulada; um poro germinativo em cada célula, um apical na célula superior e o outro basal na célula inferior, próximo ao pedicelo, cada um coberto por um proeminente umbo subhialino, esculpido; pedicelo de até 30 µm de comprimento, quebradiço, sem adornos (Carvalho Jr & Hennen, 2010).

Material examinado: BRASIL. PARÁ: Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Laranjal, 1°39'638" S - 51°20'064" W, sobre: *Tabebuia* sp., 18/VIII/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-551 (MG 164700); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Laranjal, sobre: *Tabebuia* sp., 16/IV/1998, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 98-50 (MG 164704); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Laranjal, sobre: *Tabebuia* sp., 02/VI/1998, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 98-104 (MG 164702); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Laranjal, sobre: *Tabebuia* sp., 18/V/2002, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2002-120 (MG 168033).

Comentários: A partir da descrição feita por Cummins (1940), em que foi definido apenas os estágios anamorfos do seu espécime-tipo (*Prospodium tabebuiae* F. Kern), Carvalho-Jr e Hennen (2010) propuseram formalmente o binômio *P. tabebuicola* para designar as espécies com teliósporos conhecidos e para identificar seu holomorfo.

Carvalho-Jr e Sotão (2015) citam cinco espécies de ferrugens sobre *Tabebuia* para o Brasil: *Prospodium bicolor* F.A. Ferreira & J.F. Hennen, *Prospodium palmatum* H.S. Jacks. & Holw., *Prospodium tabebuicola* A.A. Carvalho & J.F. Hennen, *Prospodium tecomicola* (Speg.) H.S. Jacks. & Holw., e *Prospodium venezuelanum* F. Kern. *Prospodium tabebuicola* diferencia-se por apresentar teliósporos com parede externa equinulada e pedicelo sem apêndice, enquanto *P. venezuelanum* apresenta esporo de parede lisa; e *P. bicolor*, *P. palmatum* e *P. tecomicola* têm pedicelo dos teliósporos ornamentado (Hennen *et al.*, 2005). O hospedeiro e a distribuição geográfica da espécie são: em *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl., Porto Rico (tipo) e *T. platyantha* (Griseb.) Britton, na República Dominicana (Hennen *et al.*, 2005), sendo esta a primeira referência para o Brasil.

Figura 9: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-F. *Prospodium tabebuicola* - A. Folhas de *Tabebuia* sp. com soros, B. Télios, C. Teliósporos em MEV, D. Cesta com teliósporo e paráfises periféricas acuminadas (p) (MO), E. Teliósporo (MO), F. Urediniósporos (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E-F = 20 µm.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S; O autor (2023).

Prospodium tecomicola (Speg.) H.S. Jacks. & Holw. in Jackson, Mycologia 24 (1): 94 (1932).

Mycobank n°: 279924.

Figura 10 (A-E).

Holótipo: sobre *Tabebuia araliacea* (DC.) Morong & Britton (reportado originalmente como *Tecoma araliacea* (Cham.) DC., Paraguai, Assunção, VII.1919, *Spegazzini s.n.* (0/Ipe,IIpe/III), (LSP, PUR).

= *Puccinia tecomicola* Speg., Anal. Mus. Nac. Hist. Nat. B. Aires, 31: 387 (1922).

= *Prospodium concinnum* Syd., Annl. Mycol., 28: 45 (1930).

Anamorfo: *Uredo longiaculeata* Henn., Hedwigia (Beiblatt) 38: 68 (1899).

Espermogônios e écios caulículares e/ou adaxiais, em manchas hipertrofiadas, subepidermais; eciósporos 20–25 × 19–23 µm, oblongos a oblongo-elipsoides, parede bilaminada, com parede interna 1,5–2 µm de espessura, dourada ou marrom-canela, lisa, e parede externa higroscópica 2,5–3 µm, que forma uma banda entre os poros germinativos, hialina, fortemente equinulada, 2 poros equatoriais. Uredínios abaxiais, em manchas irregulares, supraestomatais, ciatiformes, espaçadas, semihialinos na base, marrons claros no ápice; paráfises periféricas, 20–45 × 4–8 µm, parede 1,5–2 µm de espessura, marrom clara ou canela; esporos semelhantes aos eciósporos. Télios como os uredínios; esporos pedicelados, 35–47,5 × 22,5–32,5 µm, elipsoides, 2-células, septo horizontal, raramente semi-oblíquo, com ou sem constrição no septo, parede bilaminada, com parede interna 2–2,5 µm, marrom ou castanho escuro, e externa 1–3 µm, amarelo-claro ou hialina, papilada-equinulada, 2 poros, um apical na célula superior, e o outro próximo ao pedicelo na célula basal, recobertos por uma discreta membrana, formando um umbo; pedicelo marrom claro a hialino, 37–50 µm de comprimento, quebradiço, com um par de apêndices globoide e equinulado, inflado ou equinulado na base (Sotão, 2001).

Material examinado: BRASIL. PARÁ: Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Instituto Agrônômico do Norte, 1°26'09,6" S - 48°26'57,8" W, sobre: *Tecoma serratifolia* (Vahl) G. Don, 17/XI/1971, fl., F.C. Albuquerque, IAN 1326 (882); Belém, Instituto Agrônômico do Norte, sobre: *Tecoma serratifolia* (Vahl) G. Don, 1971, fl., F.C. Albuquerque, IAN 789 (495); Belém, Parque Estadual do Utinga, 1°25'30,1" S - 48°26'36,1" W, sobre: *Tabebuia* sp., 25/IV/2012, fl., F.M. Brito e L.T. Carmo, 150 (MG 213447); Belém, Parque Estadual do Utinga, sobre: *Tabebuia* sp., 25/IV/2012, fl., F.M. Brito e L.T. Carmo, 151 (MG 213448); Belém, Parque Estadual do Utinga, sobre:

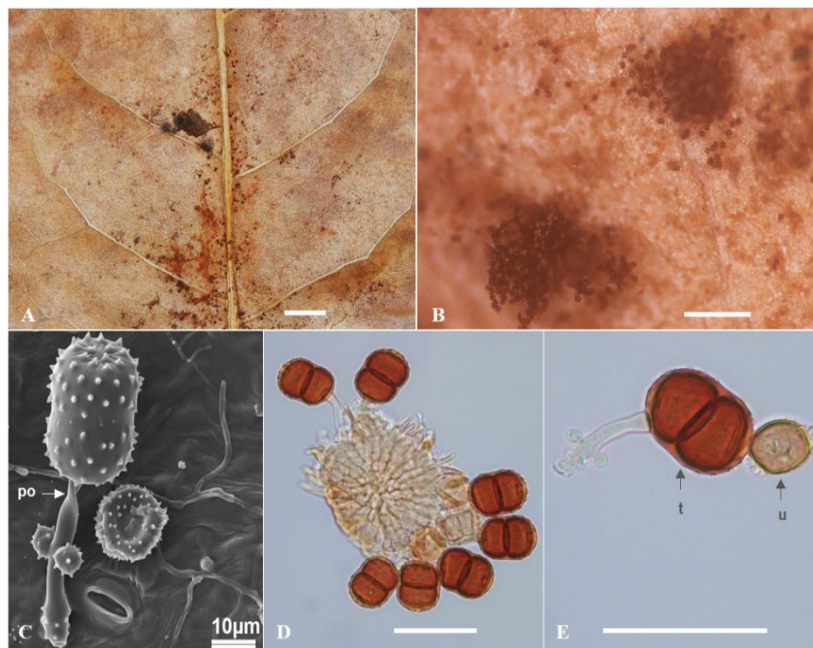
Tabebuia sp., 31/V/2012, fl., F.M. Brito e L.T. Carmo, 157 (MG 213453), Belém, Parque Estadual do Utinga, sobre: *Tabebuia* sp., 31/V/2012, fl., F.M. Brito e L.T. Carmo, 158 (MG 213454); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, Praia do Cemitério, 1°49'045" S - 51°24'039" W, sobre: *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nichols., 25/I/2005, fl., A.C.C. Tavares, S.N.; Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, sede do IBAMA, 1°47'605" S - 51°25'976" W, sobre: *Tabebuia* sp., 19/X/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-599 (MG 164703); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Curuazinho, Capoeira, 1°44'636" S - 51°25'940" W, sobre: *Tabebuia* sp., 05/X/2003, fl., O. Cardoso *et al.*, 1268 (MG 172475); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Curuazinho, Capoeira, sobre: *Tabebuia* sp., 05/X/2003, fl., O. Cardoso *et al.*, 1269 (MG 172476); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, igarapé do Curuazinho, Capoeira, sobre: *Tabebuia* sp., 05/X/2003, fl., O. Cardoso *et al.*, 1270 (MG 172477); Santarém, Área do alojamento da UFPA próximo a SUDAM, sobre: *Tabebuia* sp., 07/X/1999, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 99-01 (MG 172956); Santarém, Área do alojamento da UFPA próximo a SUDAM, sobre: *Tabebuia* sp., 07/X/1999, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 99-02 (MG 172957); Santarém, Área do alojamento da UFPA próximo a SUDAM, sobre: *Tabebuia* sp., 07/X/1999, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 99-03 (MG 172958); Santarém, Área do alojamento da UFPA próximo a SUDAM, sobre: *Tabebuia* sp., 07/X/1999, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 99-08 (MG 172959).

Comentários: *Prospodium tecomicola* integra o grupo *Cyathopsora*, por ser macrocíclica e ter uredínios e télios supraestomatais. Cummins (1940) relata a ocorrência da espécie unicamente sobre *Tabebuia* spp., e descreve como principal característica morfológica, a presença de um par de apêndices globoides e equinulados no pedicelo dos teliósporos, que a diferencia de *P. bicolor* e *P. palmatum*, ambas com apêndices ramificados.

Esta espécie atualmente tem distribuição geográfica para o Brasil (parasitando *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (= *Tabebuia alba*), *H. impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (= *T. ipe*), *H. ochraceus* (Cham.) Mattos (= *T. ochracea*), *H. serratifolius* (Vahl) S. Grose (= *T. serratifolia*), *H. vellosi* (Toledo) Mattos e *Tecoma araliacea* (Cham.) DC.), Cuba, Honduras, Índia Ocidental, Paraguai e Venezuela (Fernandes *et al.*, 2018). No Brasil, ocorre nos estados do Mato Grosso do Sul (Fernandes *et al.*, 2018), Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (Hennen *et al.*, 2005; Flora e Funga do Brasil, 2023). Sotão *et al.* (2006) relatam o primeiro registro de *P. tecomicola* para a Amazônia brasileira, sobre *Tabebuia* sp e *Tecoma* sp., como

resultado de estudos realizados na Flona de Caxiuana, Pará, que ampliaram notadamente o conhecimento da funga para a região.

Figura 10: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-E. *Prospodium tecomicola* - A. Folhas de *Tabebuia* sp. com soros, B. Télios, C. Teliósporo com pedicelo ornamentado (po), mostrando os apêndices globoides (MEV), D. Teliósporos agrupados em cesta (MO), E. Urediniósporo unicapitado (u) e teliósporo com pedicelo adornado (t) (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 50 μ m.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S; O autor (2023).

Prospodium venezuelanum F. Kern, Mycologia 30 (5): 542 (1938).

Mycobank n°: 281474.

Figura 11 (A-E).

Holótipo: sobre *Tabebuia* sp. (reportado originalmente como *Tecoma pentaphylla* Juss.), Venezuela, Lara: estrada de Los Rastrojos para Sarare, alt. 450 m., 5.V.1934, Kern & Toro 1748, (??,II/III).

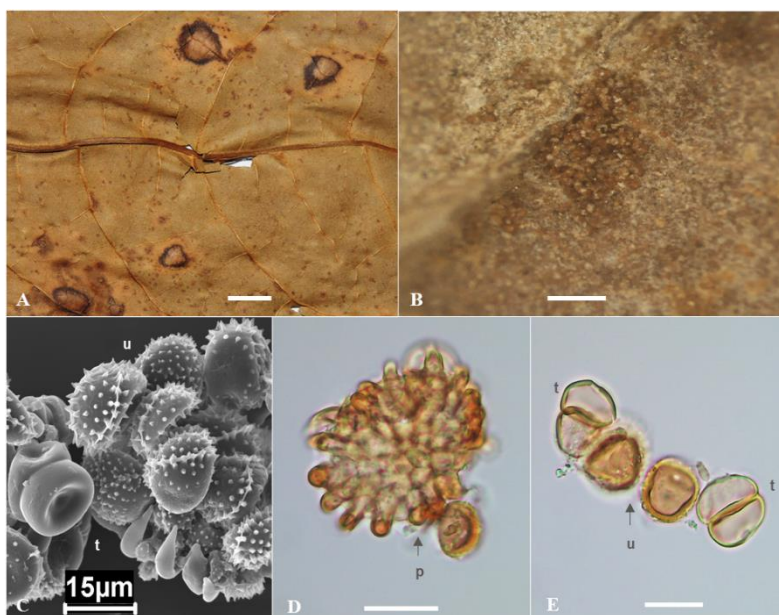
Espermogônios e écios não observados. Uredínios abaxiais, isolados em pequenos grupos, marrons-canela, supraestomatais, ciatiformes, paráfises periféricas, hialinas, encurvadas, acuminadas no ápice, 15–25 \times 3–7 μ m, a parede com cerca de 1 μ m de espessura; urediniósporos (19–) 21–23 \times (19–) 20–23 μ m, globoides a elipsoides, parede bilaminada, bicapitada, marrom-canela. Télios como os uredínios, mas com poucas paráfises; teliósporos (23–) 24–30 (–34) \times (17–) 19–23 μ m, elipsoides, contritos no septo, parede 1 μ m de espessura, lisa, marrom-clara; pedicelo curto, frágil, hialino, sem ornamentação (França, 2007).

Material examinado: BRASIL, AMAPÁ: Amapá, Reserva Biológica do Lago Piratuba, Fazenda Monte Sião, 01°20'23" N - 50°10'47" W, sobre: *Tabebuia fluviatilis* (Aubl.) DC., 01/VII/2006, fl., I. França, I-24; Amapá, Reserva Biológica do Lago Piratuba, Fazenda Natal, 01°17'23" N - 50°02'32" W, sobre: *Tabebuia fluviatilis* (Aubl.) DC., 08/XI/2005, fl., H.M.P. Sotão e L.C. Lobato, H-12; Amapá, Reserva Biológica do Lago Piratuba, Fazenda Natal, Retiro Fumaça, sobre: *Tabebuia* sp., 09/XI/2005, fl., H.M.P. Sotão e L.C. Lobato, H-25.

Comentários: Segundo a definição de Cummins (1940), *Prospodium venezuelanum* pertence ao tipo *Cyathopsora*, devido à presença de uredínios e télios supraestomatais, ciatiformes. Dentre as espécies do grupo que ocorrem sobre *Tabebuia* no Brasil (citadas nos comentários de *P. tabebuiicola*), *P. laevigatum*, *P. tabebuiicola* e *P. venezuelanum* apresentam urediniósporos bilaminados e bicapitados. Já *P. venezuelanum* se diferencia dessas por apresentar teliósporos de parede lisa, e pedicelo sem apêndice (Hennen *et al.*, 2005).

Desde a descrição da espécie para a Venezuela, apenas se tinha conhecimento do tipo sobre *Tabebuia pentaphylla* ou *T. hypolepra* Sprague & Sandwith (Hennen *et al.*, 2005). França (2007) publicou o primeiro registro para o Brasil, a partir de coletas realizadas na REBIO do Lago Piratuba, Amapá.

Figura 11: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-E. *Prospodium venezuelanum* - A. Folha de *Tabebuia* sp. com soros, B. Uredínio, C. Urediniósporos (u) e teliósporos (t) em MEV, D. Cesta com paráfises acuminadas no ápice (p) (MO), E. Urediósporos (u) e teliósporos (t) (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 20 µm.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S.; O autor (2023).

Uropyxis rickiana Magnus, Hedwigia 45: 176 (1906).

Mycobank n°: 151527.

Figura 12 (A-E).

Holótipo: sobre Bignoniaceae indeterminada (atualmente considerada *Macfadyena*, provavelmente *M. unguis-cati* (L.) A.H. Gentry), Brasil, Rio Grande do Sul: São Leopoldo, 1905, *J. Rick s.n.*, (0/Ipre,IIpre/III), (HBG).

= *Uropyxis reticulata* Cummins, Mycologia, 31: 171 (1939).

Espermogônios anfígenos e caulículos. Écios anfígenos que desenvolvem-se ao redor dos espermogônios, em manchas irregulares, ou áreas hipertrofiadas ou em galhas, irrompentes, isolados ou agrupados, marrons-escuros, sem paráfises; eciósporos pedicelados, (25–) 28–35 (–36) × (19–) 22–25 (–30) μm, geralmente obovoides, parede 2–3 (–3,5) μm de espessura, marrom-canela, reticulada com malhas de 2–3 μm de diâmetro e estreitas cristas de separação, 2 poros germinativos equatoriais em lados levemente achatados. Uredínios abaxiais, em manchas irregulares que não causam hipertrofia, subepidermais, irrompentes, espaçados, marrons escuros, sem paráfise; urediniósporos 25–32 × 21–25 μm, obovoides, parede 2–2,5 μm de espessura, marrom-canela, reticulada como os eciósporos, 2 poros, equatoriais. Télios anfígenos, geralmente abaxiais, associados aos espermogônios e écios nas fissuras das galhas; teliósporos (32–) 35–42 (–46) × (20–) 23–27 (–30) μm, oblongo-elipsoides, parede 2,5–3,5 μm de espessura, marrom-castanho, discretamente bilaminada (quase imperceptível), verrucosa, com discretas papilas achatadas ou como cones circulares baixos, poros germinativos equatoriais, um em cada célula; pedicelo longo de parede hialina e espessa, rugoso na parte inferior, persistente, cerca de 80–100 μm de comprimento (Sotão, 2001).

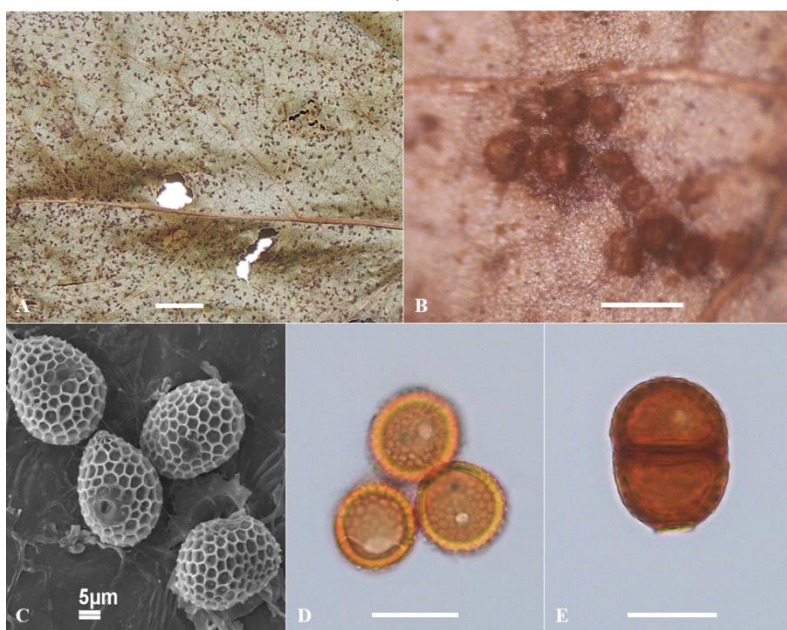
Material examinado: BRASIL. PARÁ: Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, sede do IBAMA, 1° 47' 605" S - 51° 25' 976" W, sobre: *Macfadyena unguis-cati* (L.) A.H. Gentry, 17/II/1997, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 97-02 (MG 164684); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Torrão, 1°46'32,6" S - 51°31'18,0" W, sobre: *Macfadyena* sp., 06/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1312 (MG 173523); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Torrão, sobre: *Macfadyena* sp., 06/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1313 (MG 173524); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Torrão, sobre: *Macfadyena* sp., 06/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1314 (MG 173525); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Torrão, sobre: *Macfadyena* sp., 06/X/2003, fl., A. Martins Jr., 1315 (MG

173526); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Rio Caxiuanã, Torrão, sobre: *Macfadyena* sp., 06/X/2003, fl., Cardoso *et al.*, 1327 (MG 172478); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Rio Caxiuanã, Torrão, sobre: *Macfadyena* sp., 06/X/2003, fl., Cardoso *et al.*, 1328 (MG 172479); Castanhal, sobre: *Bignonia unguis-cati* L., 20/XII/1962, fl., F.C. Albuquerque, IAN 881 (554).

Comentários: Conforme Hennen *et al.* (2005), *Uropyxis rickiana* se diferencia entre todas as espécies de ferrugem que parasitam a família Bignoniaceae, por causa dos eciosporos e urediniósporos com paredes reticuladas, e a formação de galhas lenhosas, perenes, produtoras normalmente de teliósporos, como principal sintoma. Esta é a única espécie de *Uropyxis* registrada sobre essa família, todas as outras ocorrem em Fabaceae (Sotão *et al.*, 2006). Para Hernandez e Hennen (2003) tais características sugerem que a espécie foi colocada erroneamente neste gênero, porém são mantidas por não se conhecer enquadramento mais adequado (Sotão *et al.*, 2006).

Pode ser referida como *U. reticulata* Cummins, sendo considerado um sinônimo ou uma variedade de *U. rickiana* (Baxter, 1959). Ela é encontrada na Argentina, Brasil (Pará, Rio Grande do Sul e São Paulo) e Paraguai. No estado do Pará foi registrada pela primeira vez por Albuquerque (nº 881), sobre *Macfadyena unguis-cati* (L.) A.H. Gentry, e é uma das espécies identificadas por Sotão *et al.* (2006) na Flona de Caxiuanã, PA.

Figura 12: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-E. *Uropyxis rickiana* - A. Folhas de *Dolichandra* sp. com soros, B. Uredínios; C. Urediniósporos de parede reticulada em MEV, D. Urediniósporos (MO), E. Teliósporo de parede verrucosa marrom (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; D-E = 20 µm.



Fonte: Sotão, H.M.P.; Monteiro, J.S; O autor (2023).

Espécies anamórficas:

Aecidium circinatum G. Winter, Hedwigia 23: 168 (1884).

Mycobank n°: 181591.

Figura 13 (A-E).

Holótipo: sobre *Jacaranda* sp., Brasil, Santa Catarina: São Francisco, Jan. 1889, *Ule-24* (-/1/-/-).

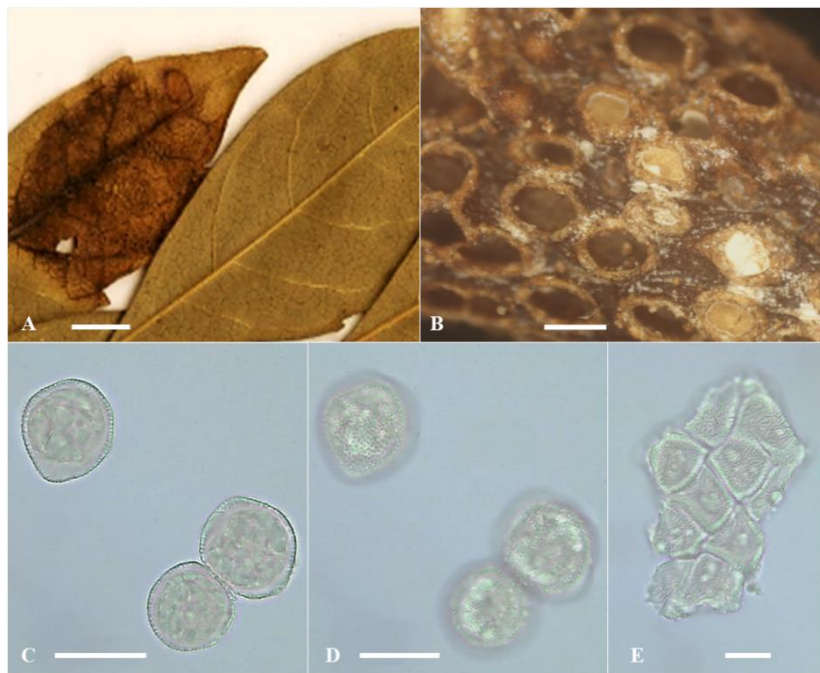
Espermogônios desconhecidos. Écios principalmente na face abaxial das folhas, raramente nas nervuras primárias e pecíolos, em manchas circulares ou irregulares de cor castanho-púrpura, com 2–10 mm de diâmetro; soro curto cilíndrico, até 0,5 mm de altura, esbranquiçado, com margens lacinadas e reflexas; células peridiaias firmemente unidas, 25–42 × 16–25 µm; parede externa 4–7 µm de espessura, lisa, e parede interna 2,5–4 µm de espessura, sinuada ou estriada-verrucosa; eciósporos 27–42 × 18–26 µm, oblongos ou cúbicos, geralmente retangulares; parede com 2 µm de espessura, geralmente muito espessa no ápice 5–10 µm, quase hialina (Hennen *et al.*, 2005).

Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Porto Grande, Rodovia BR 210, 00°05'42,6" N - 51°06'56,2" W, sobre: *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, 19/X/2018, fl., J.F. Hennen e H.M.P. Sotão, 90-3.

Comentários: Hennen *et al.* (2005) descrevem para o Brasil, duas espécies de *Aecidium* sobre *Jacaranda* sp. (Bignoniaceae), *A. circinatum* G. Winter e *A. jacarandae* Henn. (= *Aecidium puttemansianum* Henn.), que diferem principalmente pela espessura da parede dos seus eciósporos, com *A. circinatum* tendo essa parede mais espessada no ápice.

A espécie tem distribuição apenas no Brasil, para os estados de Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo (Hennen *et al.*, 2005; Flora e Funga do Brasil, 2023), este, portanto, representa o seu primeiro registro para a Amazônia, em amostras procedentes do estado do Amapá.

Figura 13: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-E. *Aecidium circinatum* - A. Folhas de *Jacaranda copaia* com écios, B. Écios no pecíolo foliar, C-D. Eciósporos (foco médio e superficial em MO), E. Células peridiaias estriada-verrucosas (MO). Barras: A = 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D-E = 20 µm.



Fonte: Monteiro, J.S; O autor (2023).

Uredo amapaensis J. F. Hennen & Sotão, SIDA 17 (1): 179 (1996).

MycoBank n°: 445503.

Figura 14 (A-D).

Holótipo: sobre *Memora* cf. *magnifica* (Martins ex. A. DC.) Bureau, Brasil, Amapá: Camaipí, 15.XI.1987, J. F. Hennen & Sotão 87-124 (-/II/-/-).

Espermogônios, écios e télios desconhecidos. Uredínios abaxiais, dispersos, 0,1 mm de diâmetro, marrons-canela, pulverulentos, de epiderme rompida evidente, subepidermais; urediniósporos $26-31(-33) \times 17-23(-24) \mu\text{m}$, assimétricos, geralmente elipsoides ou ovais, com poros na seção óptica, ligeiramente reniformes, e poros no eixo óptico, com parede $1-1,5 \mu\text{m}$ de espessura, marrom clara, uniformemente equinulada, 2 poros, mais ou menos equatoriais (Hennen & Sotão, 1996).

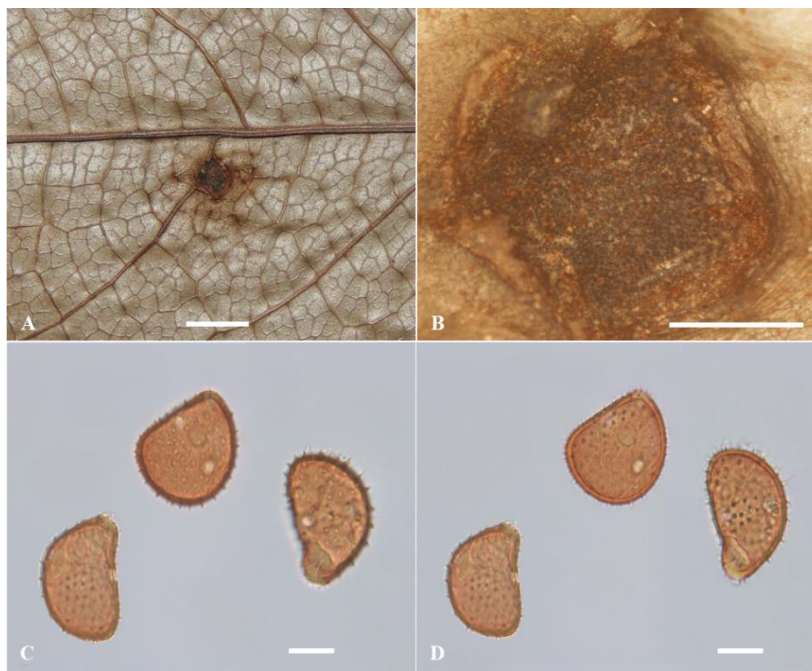
Material examinado: BRASIL. AMAPÁ: Ferreira Gomes, FLONA do Amapá, Rio Falsino, Parcela 9, $00^{\circ}56'14,1''$ N - $51^{\circ}35'43,6''$ W, sobre: *Bignonia aequinoctialis* L., 04/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-10 (MG 223388); Ferreira Gomes, FLONA do Amapá, Rio Falsino, sobre: *Bignonia aequinoctialis* L., 04/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-12 (MG 223389); Ferreira Gomes, FLONA do Amapá, Capoeira 9, sobre: *Bignonia aequinoctialis* L., 04/VI/2012, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2012-02 (MG 223387);

Amapá, REBIO do Lago Piratuba, Tabaco, 01°19'23" N - 50°16'44" W, sobre: *Memora* sp., 07/XI/2005, fl., H.M.P. Sotão e L.C. Lobato, H-05; PARÁ: Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, Campina, 1°44'677" S - 51°23'245" W, sobre: *Memora magnifica* (Mart. ex DC.) Bureau ex Warm., 20/XI/1995, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 95-308 (MG 149449); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Baía de Caxiuanã, Flexal, 1°42'14,4" S - 51°20'51,5" W, sobre: *Memora* sp., 14/XII/1996, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 96-309 (MG 164688); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, Torrão, 1°46'32,6" S - 51°31'18,0" W, sobre: *Memora* sp., 05/X/2003, fl., A. Martins Jr, 1323 (MG 173527); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, ECFPn, trilha para a torre principal, sobre: *Memora magnifica* (Mart. ex DC.) Bureau ex Warm., 02/V/1994, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, 94-173 (MG 164695); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Baía de Caxiuanã, nas proximidades da base do IBAMA, 1°47'605" S - 51°25'976" W, sobre: *Memora* sp., 19/X/1997, fl., H.M.P. Sotão e I. França, 97-601 (MG 164693); Melgaço, FLONA de Caxiuanã, Grade PPBio-Amazônia, 1°57'35,3" S - 51°36'53,9" W, sobre: *Memora flavida* (DC.) Bureau & K. Schum., 12/XII/2006, fl., H.M.P. Sotão *et al.*, H2006-189 (MG 189072).

Comentários: *Uredo amapaensis* encontra-se estritamente relacionada a quatro espécies de *Porotenus* que ocorrem sobre *Memora*, e estão descritas para a Amazônia brasileira (*P. bibasiporus*, *P. biporus*, *P. concavus* e *P. memora*), e diferencia-se por apresentar parede dos urediniósporos fortemente equinulada, sendo essa ornamentação mais ou menos uniforme, sem as áreas lisas, presentes em todas as outras espécies (Hennen & Sotão, 1996). *Prospodium laevigatum* é outra espécie relatada sobre *Memora*, mas que difere por não produzir uredínios e urediniósporos (Sotão, 2001).

A distribuição geográfica desta espécie só é conhecida até o momento para o Brasil, nos estados do Amapá, Pará, Santa Catarina e São Paulo (Flora e Funga do Brasil, 2023).

Figura 14: Pucciniales sobre Bignoniaceae. A-D. *Uredo amapaensis* - A. Folha de *Adenocalymma* sp. com uredínios, B. Uredínio, C-D. Urediniósporos (foco médio e superficial em MO). Barras: A= 0,5 cm; B = 0,2 mm; C-D = 20 µm.



Fonte: Monteiro, J.S; O autor (2023).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Este estudo apresentou uma revisão taxonômica atualizada de fungos Pucciniales sobre plantas de Bignoniaceae na Amazônia brasileira, que elucidou as principais mudanças sofridas em táxons dos grupos envolvidos;
- O levantamento no herbário MG forneceu informações sobre a distribuição geográfica das ferrugens amostradas e possibilitou determinar novas ocorrências para o Brasil, Amazônia e estado do Amapá;
- Novos espécimes identificados serão adicionados à coleção de fungos;
- Os resultados obtidos complementam os trabalhos de revisão em coleções de herbários na região e com os novos registros amplia o conhecimento da funga para a Amazônia brasileira.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIME, M.C. *et al.* An overview of the higher-level classification of Pucciniomycotina based on combined analyses of nuclear large and small subunit rDNA sequences. **Mycologia**, v. 98, n. 6, p. 896-905, 2006.
- AIME, M.C. *et al.* Competing sexual and asexual generic names in Pucciniomycotina and Ustilaginomycotina (Basidiomycota) and recommendations for use. **IMA Fungus**, v. 9, p. 75-89, 2018.
- AIME, M.C. Toward resolving family-level relationships in rust fungi (Uredinales). **Mycoscience**, v. 47, p. 112-122, 2006.
- AIME, M.C.; MCTAGGART, A.R. A higher-rank classification for rust fungi, with notes on genera. **Fungal systematics and evolution**, v. 7, p. 21-47, 2021.
- AIME, M.C.; MCTAGGART, A.R.; MONDO, S.J.; DUPLESSIS, S. Phylogenetics and Phylogenomics of Rust Fungi. **Advances in Genetics**, v. 100, p. 267-307, 2017.
- ALBUQUERQUE, F.C. Descrição de cinco novas espécies de Uredinales da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 139-143, 1971b.
- ALBUQUERQUE, F.C. Relação das espécies de Uredinales coletadas na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 147-150, 1971a.
- ALBUQUERQUE, F.C.; FIGUEIREDO, M.M. Descrição de uma nova espécie de Uredinales da Amazônia *Uromyces belemensis*. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado, 1971.
- ALBUQUERQUE, M.; CARDOSO, E.M.R. Utilização da mandioca na Amazônia. EMBRAPA-CPATU, Belém, 1983.
- APARECIDO, C.C.; PASSADOR, M.M. Estudos biológicos de espécies de *Puccinia* utilizando “germinatélios”. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 440-447, 2014.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p.1-20, 2016.
- BATISTA, A.C. *et al.* Fungi Paraenses. Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco, v. 506, p. 1-290. 1966.
- BERNDT, R. First catalogue of the rust fungi of French Guiana, northern South America. **Mycological Progress**, v. 12, p. 193-211, 2013.
- BURITICÁ, P. Estado del conocimiento universal sobre el orden Uredinales (Fungi, royas). Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. 56: 1813-1838, 2003.
- CARMO, L.T.; SOTÃO, H.M.P; BRITO, F.M.; MOURA, M.F; OLIVEIRA J.R. Riqueza de fungos causadores de ferrugens em plantas hospedeiras da Região Metropolitana de Belém, PA, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 4, p. 557-573, 2016.

CARVALHO JR., A.A.; HENNEN, J. F. New species and nomenclature in *Prospodium* (Uropyxidaceae, Pucciniales) and the new anamorphic genus *Canasta* in the Neotropics. **Mycologia**, v. 102, n. 5, p. 1096-1113, 2010.

CARVALHO JR., A.A.; SOTÃO, H.M.P. Pucciniales *in* Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB25>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

CARVALHO JR., A.A.; HENNEN, J.F.; HENNEN, M.M.; FIGUEIREDO, M.B. Fungos causadores de ferrugens (Uredinales) em áreas de Cerrado no estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, p. 01-55, 2008.

CARVALHO, A.C. DE; SOTÃO, H.M.P.; FRANÇA, I.F. DE. Fungos causadores de ferrugens (Pucciniales) em plantas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, p. 663-672, 2018.

CERQUEIRA, R. Um sistema de monitoramento e inventário da biodiversidade terrestre do Brasil. Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento (I. Garay & BFS Dias, eds.). Editora Vozes, Petrópolis, p. 147-149, 2001.

CUMMINS G.B.; HIRATSUKA Y. Illustrated Genera of Rust Fungi. 3 Ed. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, Minnesota, 2003, 225p.

CUMMINS, G.B. The genus *Prospodium* (Uredinales). **Lloydia**, v. 3, n. 1, p. 1-78, 1940.

CUMMINS, G.B.; HIRATSUKA, Y. Illustrated Genera of Rust Fungi. Revised Edition. **The American Phytopathological Society**. St. Paul, Minnesota, 1983. 152p.

FERNANDES, F.M.; GRAICHEN, F.A.S.; SILVA, A.R.D.; RÊGO, N.H. Ocorrência de ferrugem em *Handroanthus impetiginosus* e *Handroanthus vellosi* no estado de Mato Grosso do Sul. **Rodriguésia**, v. 69, p. 2245-2252, 2018.

FERREIRA, F.A.; GASPAROTTO, L.; LIMA, M.I. Uma ferrugem, causada por *Phakopsora tomentosae* sp. nov., em Oiti, em Manaus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 206-208, 2001.

FERREIRA, F.A.; HENNEN, J.F. The life cycle, pathology, and taxonomy of the rust, *Prospodium bicolor* sp. nov., on yellow ipê, *Tabebuia serratifolia*, in Brazil. **Mycologia**, v. 78, n. 5, p. 795-803, 1986.

FIGUEIREDO, M.B; PASSADOR, M.M. Morfologia, funções dos soros e variações dos ciclos vitais das ferrugens. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, p. 117-134, 2008.

FRANÇA, I. F. de; SOTÃO, H. M P.; COSTA-NETO, S. V. Rust Fungi (Uredinales) from Piratuba Lake Biological Reserve, Amapá State, Brazil. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 211-221, 2010.

FRANÇA, I.F. Uredinales (Basidiomycota) da Reserva Biológica do Lago Piratuba e entorno, Amapá, Brasil. 2007. 123f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - UFRA/MPEG, Belém, 2007.

FURTADO, R.G.; SOTÃO, H.M.P.; MONTEIRO, J.S.; DE BRITO, F.M. Primeiro registro para o Brasil de *Maravalia bolivarensis* Y. Ono (Pucciniales) parasitando *Manilkara* sp. (Sapotaceae). **Hoehnea**, v. 45, n. 1, p. 129-133, 2018.

HENNEN, J.F.; FIGUEIREDO, M.B.; CARVALHO JR., A.A.; HENNEN, P.G. **Catalogue of plant rust fungi (Uredinales) of Brazil**. 2005. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

HENNEN, J.F.; SOTÃO, H. M. P. *Aecidium maprouneae* var. *noncrassatum* (Uredinales) sobre *Maprounea* sp. (Euphorbiaceae) novo táxon do Estado do Amapá, Brasil. **Fitopatologia Brasileira** 22: p. 444-446, 1997.

HENNEN, J.F.; SOTÃO, H.M.P. New species of Uredinales on Bignoniaceae from Brazil. **SIDA**, v. 17, n. 1, p. 173-184, 1996.

HENNEN, J.F.; SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, M.M.W. The genus *Diorchidium* in the Neotropics. **Mycologia**, v. 90, n. 6, p. 1079-1086, 1998.

HENNINGS, P. Fungi Amazonici-I. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, p. 154-186, 1904a.

HENNINGS, P. Fungi Amazonici-III. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, p. 351-400, 1904b.

HENNINGS, P. Fungi Paraenses I. **Hedwigia Beihefte**, v. 39, n.3, p. 76-80, 1900.

HENNINGS, P. Fungi Paraenses II. cl. Dr. J. Huber collecti. **Hedwigia Beihefte**, v. 4. p. 15-18, 1902.

HENNINGS, P. Fungi Paraenses-III. **Hedwigia**, v. 48. p. 101-117, 1909.

INDEX FUNGORUM: banco de dados. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org>>. Acesso em: 13 fev. 2023.

KERN, F.D. Additions to the Uredinales of Venezuela. **Mycologia**, v. 30, n. 5, p. 537-552, 1938.

KIRK, P.M.C.P. *et al.* (Ed.). **Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi**. Cabi, 2008.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. *In:* LEWINSOHN, T.M. (Ed.) Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira, Biodiversidade. Editora Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2006, p. 21–109.

LIPPERT, D.B. *et al.* Primeiro relato de *Prospodium bicolor* em ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) no estado do Rio Grande do Sul. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 214, 2013.

LOHMANN *et al.* Bignoniaceae in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB112305>>. Acesso em: 11 fev. 2023.

LOHMANN, L.G.; TAYLOR, C.M. A new generic classification of tribe Bignonieae (Bignoniaceae) 1. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 99, n. 3, p. 348-489, 2014.

MAIA, LC.; CARVALHO JR., A. **Introdução: os fungos do Brasil**. In: FORZZA, RC., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, p. 43-48, 2010.

MARTINS JR., A.S. *et al.* Contributions to the knowledge and distribution of Pucciniales (rust fungi) in three Brazilian biomes. **Phytotaxa**, v. 577, n. 1, p. 79-117, 2022.

MCLAUGHLIN; SPATAFORA. The Mycota: **Systematics and Evolution Part A**. 2 ed. (Vol. 7) Springer, 2014.

MYCOBANK DATABASE: banco de dados Disponível em: < <http://www.mycobank.org> >. Acesso em: 27 nov. 2023.

OLIVEIRA, M. **Resistência à Ferrugem asiática em Linhagens Elite de Soja**. Dissertação de mestrado Ciências Genéticas e Melhoramento de Plantas, da Universidade de São Paulo - USP, 2019.

ROCHA *et al.* Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41 (2), 2018.

ROZO, Y.; ESCOBAR, C.; GAITÁN, A.; CRISTANCHO, M. Aggressiveness and genetic diversity of *Hemileia vastatrix* during an epidemic in Colombia. **Journal of Phytopathology**, Medford, v. 160, p. 732-740, 2012.

SALAZAR-YEPES, M.; CARVALHO JR., A.A. Ferrugens: diversidade de Uredinales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. Rio de Janeiro: Technical Books. 2010. 201p.

SALAZAR-YEPES, M.; CARVALHO JR., A.A. **Pucciniales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil**. Rio de Janeiro. 2016. p. 21.

SILVA, A.R.D.; FERNANDES, F.M.; GRAICHEN, F.A.S. Descrição do ciclo de vida de *Prospodium bicolor* e *P. tecomicola* sobre ipês no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 18, n. 1, p. 27-33, 2020.

SILVA, M.C.; VÁRZEA, V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; AZINHEIRA, H.G.; FERNANDEZ, D.; PETITOT, A.S.; BERTRAND, B.; LASHERMES, P.; NICOLE, M. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 119-147, 2006.

SOTÃO, H.M.P. Uredinales da Floresta Nacional de Caxiuanã. 2001. 305 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

SOTÃO, H.M.P. Uredinales de áreas do Estado do Amapá. 1994. 176 f. Dissertação (Mestrado de Criptógamos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1994.

SOTÃO, H.M.P.; FRANÇA, I.F.; HENNEN, J.F. Fungos das famílias Phakopsoraceae e Uropyxidaceae (Uredinales) da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, p. 407-417, 2006.

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, J.F.; CAVALCANTE, M.A. Uredinales do estado do Amapá: gênero *Puccinia*. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica, 17 (1), 2001.

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, J.F.; FRANÇA, I.; FREIRES, E. MOURA, M.F.; MARTINS JÚNIOR, A.; MEDEIROS, P.S.; DA SILVA, M.F.F. Ferrugens (Uredinales - Basidiomycota) da Flona de Caxiuanã. *In*: LISBOA, P.L.B (org.). Caxiuanã: desafios para a conservação de uma floresta Nacional na Amazônia. Belém: MPEG, p. 371- 381, 2009.

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, J.F.; FREIRES, E.S.; MENDONÇA, F.; BRITO, F.; FRANÇA, I.; CASTRO, C. Novos registros de fungos (Pucciniales) para a Floresta Nacional de Caxiuanã, Amazônia e Brasil. *In*: P.L.B. Lisboa (orgs.). Caxiuanã: paraíso ainda preservado. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, p. 367-374, 2013.

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, J.F.; REZENDE, D.V. *Puccinia caxiuanensis* sp. nov. de Uredinales em espécies de Burseraceae no Brasil. **Hoehnea**, v. 34, n. 4, p. 493-495, 2007.

SOUZA, A.Q.L., SOUZA, A.D.L., FILHO, S.A., PINHEIRO, M.L.B., SARQUIS, M.I.M., PEREIRA, J.O. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Palicourea longiflora* (Aubl.) Rich e *Strychnos cogens* benth. **Acta Amazônica**, AM, p. 185-195, 2004.

TROPICOS.ORG: banco de dados. Missouri Botanical Garden. Disponível em: < <http://www.tropicos.org> >. Acesso em: 27 nov. 2023.

VIÉGAS, A.P. Alguns fungos do Brasil IV: Uredinales. **Bragantia**, v. 5, p. 1-144, 1945.

WIJAYAWARDENE, N.N. *et al.* Outline of Fungi and fungus-like taxa - 2021. **Mycosphere**, v. 13, n. 1, p. 53-453, 2022.

ZAMBOLIM, L.; ACUÑA, R.S.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 32-35, 1992.

ZULUAGA, C.; BURITICÁ, P.; MARÍN, M. Generalidades de los uredinales (Fungi: Basidiomycota) y de sus relaciones filogenéticas. **Acta Biologica Colombiana**, v. 14. n.1. p. 41- 56, 2008.