



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



LUANA TEIXEIRA DO CARMO

**FUNGOS CAUSADORES DE FERRUGENS (PUCCINIALES - BASIDIOMYCOTA) NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, PARÁ, BRASIL**

BELÉM
2014



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



LUANA TEIXEIRA DO CARMO

**FUNGOS CAUSADORES DE FERRUGENS (PUCCINIALES - BASIDIOMYCOTA) NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica Tropical, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Helen Maria Pontes Sotão

BELÉM

2014

Carmo, Luana Teixeira do

Fungos causadores de ferrugens (Pucciniales - Basidiomycota) na Região Metropolitana de Belém, Pará, Brasil / Luana Teixeira do Carmo; Orientação de Helen Maria Pontes Sotão – Belém, 2014.

88 f.: il

Dissertação apresentada na Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas com área de concentração em Botânica Tropical.

1. Pucciniales – Inventário. 2. Fungos 3. Centro de Endemismo Belém. I. Sotão, Helen Maria Pontes, Orient. II. Universidade Federal Rural da Amazônia. II. Título.

CDD 589.2250981



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



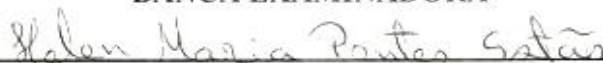
LUANA TEIXEIRA DO CARMO

FUNGOS CAUSADORES DE FERRUGENS (PUCCINIALES - BASIDIOMYCOTA) NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, PARÁ, BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica Tropical, para a obtenção do título de mestre.

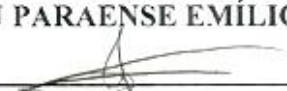
Aprovada em 27 de fevereiro de 2014.


BANCA EXAMINADORA

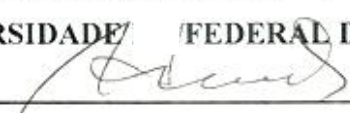


Dra. Helen Maria Pontes Sotão – Orientadora

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI


Dr. João Ubiratan Morcira dos Santos – 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Dra. Isadora Fernandes de França – 2ª Examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ


Dr. Antonio Hernández Gutiérrez – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

BELÉM

2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Pai, por me permitir chegar a mais esta etapa, pela misericórdia, amor e providência, colocando em meu caminho pessoas boas. Por tudo o que tenho e pelo que sou muito obrigada, Senhor!

A Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pela formação científica e profissional através da Pós-Graduação em Ciências Biológicas, e pela infraestrutura disponibilizada para realização deste trabalho.

Ao CNPQ pela concessão de bolsa de estudos e financiamento ao projeto “Diversidade taxonômica de remanescentes florestais e áreas de conservação da região metropolitana de Belém-Pará” (PROTAX), ao qual ficou vinculado o projeto desta dissertação.

Ao Programa Nacional de Desenvolvimento da Botânica pelo financiamento.

A Coordenação, professores e secretários do Curso de Pós-Graduação pelos ensinamentos transmitidos e pelo apoio ao longo do curso.

A Dra. Helen Sotão pela orientação, oportunidades, incentivo, paciência e amizade construída durante o período em que trabalhamos juntas.

A banca a avaliadora pelas valiosas correções e sugestões para a dissertação.

Aos técnicos do MPEG Sr. Mario Rosa, Sr. Júlio, Sr. Marinho e Sr. Stélio pelo auxílio e companhia nas coletas, e Luis Carlos e Elielson Rocha pelas identificações das espécies botânicas.

Aos professores Antonio Hernández Gutiérrez (UFPA) e Luis Fernando Pascholati Gusmão (UEFS) pelo apoio, ensinamentos e oportunidades ofertadas ao longo de minha formação científica, e no mestrado em especial.

Ao meu grande amigo e “braço direito” Fabiano Brito, por todo o apoio na realização deste estudo desde as coletas, identificações, leitura dos artigos, até os momentos de descontração e alegria vividos durante esses anos no Laboratório de Micologia.

As amigas: Aline Carvalho, Jamille Oliveira, Tatiana Miranda pela companhia nas coletas, e pela amizade e companheirismo diário.

A Josiane Monteiro pelo acolhimento e ensinamento durante a estadia em Feira de Santana (BA).

A Priscila Medeiros pelo auxílio nas análises de riqueza e pela paciência!

A minha turma de mestrado, especialmente Marilene Malcher, Madson Freitas, Silvana Garcia, Rafaela Cabral, Arthur Lau, André Resende e Cássio Souza, pela amizade construída, companheirismo e partilha em todos os momentos do mestrado e da vida.

Aos meus Pais Laércio e Maria de Nazaré do Carmo e meus irmãos, Adriana, Adriane, Isabel, Fábio e Priscila pela torcida, amizade e bons exemplos.

Ao meu namorado Augusto Miranda e sua família, que me apoiaram grandemente durante o todo o mestrado, pela amizade e acolhimento de sempre.

A todas as pessoas que convivem comigo, torcem por mim e acreditam no meu potencial, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
2. <i>SORATAEA APEGUIENSES</i> SP. NOV. (PUCCINIALES) E NOVOS REGISTROS DE FERRUGENS PARA O BRASIL E AMAZÔNIA BRASILEIRA	19
2.1. RESUMO	21
2.2 ABSTRACT	21
2.3. INTRODUÇÃO	21
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.6. AGRADECIMENTOS	31
2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
2.8. APÊNDICES	35
3. RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FUNGOS PUCCINIALES DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM, PARÁ, BRASIL	39
3.1. RESUMO	41
3.2. ABSTRACT	42
3.3. INTRODUÇÃO	43
3.4. MATERIAL E MÉTODOS	44
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.6. CONCLUSÕES	54
3.7. AGRADECIMENTOS	55
3.8. BIBLIOGRAFIA CITADA	57
3.9. APÊNDICES	62
CONCLUSÕES GERAIS	73
ANEXO 1 – NORMAS DA REVISTA ACTA BOTANICA BRASILICA	75
ANEXO 2 – NORMAS DA REVISTA ACTA AMAZONICA	83

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1. *Sorataeae apeguiensis* F.C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito. A- Urediniósporos (U) e teliósporos (T); B- Paráfitas; C- Urediniósporos (U) e paráfises (P) em MEV; D- Teliósporo em MEV. A-B em MO, barra=10µm. C-D em MEV, barra=15µm.....35

Figura 2. Novos registros de Pucciniales na Região Metropolitana de Belém. A–D: *Aecidium alibertiae* Arthur: A- eciósporos, foco médio; B- eciósporos, foco superficial; C- células peridiais, foco superficial, D- células peridiais, foco médio. *Aecidium cordiae* Henn. E-F: E- eciósporos, parede espessada no ápice (seta); F- células peridiais estriadas. A-F em MO, barra=10µm.....36

Figura 3. Novos registros de Pucciniales na Região Metropolitana de Belém. A-B *Puccinia commelinae* Holw.: A- urediniósporos, foco médio; B- urediniósporos, foco superficial. C- *Puccinia hyptis-mutabilis* Mayor, urediniósporos. D–E: *Sphenospora kevorkiani* Linder: D- teliósporos, E-urediniósporos. F- *Uredo philodendri* Pardo-Card, urediniósporos. A-L em MO, barra=10µm.....37

CAPÍTULO 3

Figura 1. Representação do número de espécies e gêneros das famílias e fungos anamorfos da ordem Pucciniales identificados para a Região Metropolitana de Belém.....70

Figura 2. Curva de acumulação de espécies de fungos Pucciniales amostradas em quarenta dias de coletas (amostras) realizadas na Região Metropolitana de Belém.....70

Figura 3. Estimativas de riqueza nos 40 dias de coletas realizadas na Região Metropolitana de Belém.....71

Figura 4. Classes de frequência das espécies de Pucciniales coletadas na Região Metropolitana de Belém, representando número de espécies e número de indivíduos inventariados.....71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Comparação entre os teliósporos das espécies do gênero *Sorataea* que ocorrem sobre a família Fabaceae, com base em dados de literatura e em observações do espécime descrito de *S. albuquerquei* F.C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito.....**34**

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, • Espécies com distribuição restrita a Amazônia.....**61**

Tabela 2. Ferrugens de interesse econômico ocorrentes na RMB, com as espécies hospedeiras encontradas no estudo, nomes científicos e vulgar.....**69**

RESUMO

Os fungos da ordem Pucciniales (Basidiomycota) são fitopatógenos biotróficos que causam doenças conhecidas como ferrugens em plantas. São parasitas de um grande número de espécies vegetais e apresentam uma alta especificidade em relação aos seus hospedeiros. A Região Metropolitana de Belém (RMB) engloba cinco municípios do Estado do Pará e faz parte do importante Centro de Endemismo Belém, considerado o mais ameaçado de todo o bioma Amazônia. Os objetivos deste estudo foram: inventariar comunidade de fungos Pucciniales que ocorrem na RMB; relacionar os fungos identificados as suas plantas hospedeiras, estudar a riqueza e a composição de ferrugens na área de estudo; identificar espécies de ferrugens que parasitam plantas de interesse econômico e as suas hospedeiras; realizar estudos de atualização taxonômica de amostras de Pucciniales coletadas na RMB, e depositadas nos herbários MG e IAN. As coletas foram realizadas em áreas de unidades de conservação e entorno na RMB (Parque Estadual do Utinga, Parque Ecológico do Município de Belém “Gunnar Vingren”, Bosque Rodrigues Alves/ Jardim Botânico da Amazônia, Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu, Parque Ecológico de Gunma, Área de Pesquisa Ecológica do Guamá, Reserva Ambiental da Pirelli e ilha de Cotijuba), no período de agosto de 2011 a dezembro de 2013. Foram analisadas 364 amostras de ferrugens de plantas, e identificados 77 táxons de fungos Pucciniales, classificadas em sete famílias e 20 gêneros: Chaconiaceae (*Achrotelium*, *Chaconia*, *Olivea* e *Maravalia*), Coleosporiaceae (*Coleosporium*), Phakopsoraceae (*Cerotelium*, *Crossopora*, *Phakopsora*, *Kweilingia* e *Phragmidiella*), Raveneliaceae (*Ravenelia* e *Sphenospora*), Uropyxidaceae (*Porotenus*, *Prospodium* e *Sorataea*), Pucciniaceae (*Puccinia* e *Uromyces*), e Pucciniosiraceae (*Pucciniosira*) e dois gêneros anamórficos: *Aecidium* e *Uredo*. Estas ferrugens estavam parasitando 34 famílias de plantas hospedeiras, representadas por 69 gêneros. Uma espécie é descrita como nova para a ciência, *Sorataea apeguiensis* sp. nov. F.C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito, assim como os novos registros para o Brasil (*Aecidium alibertiae* Arthur e *Uredo philodendri* Pardo-Card.), e para Amazônia (*Aecidium cordiae* Henn., *Puccinia commelinae* Holw., *Puccinia hyptidis-mutabilis* Mayor, e *Sphenospora kevorkianii* Linder). São apresentados novos registros para o Estado do Pará (*Coleosporium plumeriae* Pat. e *Olivea neotectonae* Buriticá & Salazar-Yepes (Racib.) Thirum), e além destas, mais seis novos registros para a RMB. Entre as ferrugens inventariadas, 17 espécies parasitam plantas de interesse econômico. Na avaliação da riqueza de fungos Pucciniales, consideradas apenas as espécies coletadas durante o estudo (44 spp.), foram estimadas riquezas para a área entre 55 e 73 espécies, e a curva de acumulação de espécies, utilizada para avaliar o esforço amostral, não atingiu assíntota, o que evidencia a necessidade de ampliar as coletas na área. O presente estudo expande o conhecimento taxonômico sobre os fungos da RMB, e ratifica a importância dos inventários em remanescentes florestais para a valorização da preservação e criação de unidades de conservação nas áreas urbanas.

Palavras-chave: Pucciniomycetes, Fitopatógenos, *Sorataea*, taxonomia, Centro de Endemismo Belém.

ABSTRACT

The fungi of the order Pucciniales (Basidiomycota) are biotrophic pathogens that cause diseases known as rusts of plants. They are parasites of a large number of plants and exhibit a high specificity towards their hosts. The Metropolitan Region of Belém (MRB) comprises five cities in the Pará state and is part of the important Belém Endemism Center, considered the most threatened endemism center of the Amazon biome. The objectives of this study were: inventory the community of Pucciniales fungi that occur in MRB; connect the fungi identified to their plant hosts, study the richness and composition of rusts in the study area, recognize species of rusts that parasitize plants of economic interest and their hosts; conduct taxonomic studies of update in the rusts fungi collection collected in MRB. The survey was made in the protected areas of MRB (Parque Estadual do Utinga, Parque Ecológico do Município de Belém “Gunnar Vingren”, Bosque Rodrigues Alves/ Jardim Botânico da Amazônia, Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu, Parque ecológico de Gunma, Área de Pesquisa Ecológica do Guamá, Reserva Ambiental da Pirelli e ilha de Cotijuba), in the period of August 2011 to December 2013. Were analyzed 378 samples of rusts fungi and identified 77 taxa of these fungi, classified in seven families and 20 genera: Chaconiaceae (*Achrotelium*, *Chaconia*, *Olivea* and *Maravalia*), Coleosporiaceae (*Coleosporium*), Phakopsoraceae (*Cerotelium*, *Crossopsora*, *Phakopsora*, *Kweilingia* and *Phragmidiella*), Raveneliaceae (*Ravenelia* and *Sphenospora*), Uropyxidaceae (*Porotenus*, *Prospodium* and *Sorataea*), Pucciniaceae (*Puccinia* and *Uromyces*), and Pucciniosiraceae (*Pucciniosira*) and two anamorphic genera: *Aecidium* and *Uredo*. These rusts fungi were parasitizing 34 families of host plant, represented by 69 genera. A new species is described to science, *Sorataea apeguiensis* sp. nov. F.C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito. New records to Brazil (*Aecidium alibertiae* Arthur and *Uredo philodendri* Pardo-Card.), and Amazon region (*Aecidium cordiae* Henn, *Puccinia commelinae* Holw, *Puccinia hyptidis-mutabilis* Mayor and *Sphenospora kevorkianii* Linder.) are described also. New occurrences for state of Pará are recorded (*Coleosporium plumeriae* Pat. and *Olivea neotectonae* Buriticá & Salazar-Yepes (Racib.) Thirum), and six new records for the MRB. Among rusts fungi inventoried, 17 species are parasites of plants of economic interest. The richness evaluation of Pucciniales fungi, were considered only species collected during the study (44 spp.), and the estimates richness for the area, are among 55 and 73 species, and accumulative curve of species not reached asymptote, suggesting need to expand the samples in the area. This study expands the taxonomic knowledge about the rust fungi of MRB, and confirms the importance of inventories in forest remnants to the appreciation of preservation and creation of conservation units in urban areas.

Key words: Belém Endemism Center, Pucciniomycetes, phytopathogens, *Sorataea*, taxonomy.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os fungos da ordem Pucciniales formam um grupo numeroso de organismos fitopatogênicos com ampla diversidade e distribuição mundial (BURITICÁ, 2003a). A ordem apresenta cerca de 7.798 espécies descritas, embora seja estimado um número entre 20.000 a 24.000 espécies para o grupo (BURITICÁ, 2003b). A ela pertencem 120 gêneros e 13 famílias, sendo considerada uma das maiores ordens naturais do reino Fungi. São classificados no filo Basidiomycota, subfilo Pucciniomycotina, classe Pucciniomycetes, (AIME *et al.*, 2006; HIBBETT *et al.*, 2007; CUMMINS e HIRATSUKA, 2003, KIRK *et al.*, 2008).

As ferrugens apresentam até seis tipos diferentes de produção de esporos. Tradicionalmente são utilizados símbolos para representar os diferentes estágios das estruturas produtoras de esporos (soros) e seus respectivos esporos. Como referido em Cummins e Hiratsuka (2003), considerando os aspectos morfológicos e funcionais: 0 = espermogônio; I=écio e éciosporos; II= uredínio e urediniósporos; III= télio e teliósporos; IV= basídio e basidiósporos. Recentemente Hennen *et al.* (2005) e Yepes e Carvalho Jr (2010) adotaram uma simbologia considerando o tipo de soro e a morfologia do mesmo, com a numeração arábica e romana, como costume para as fases do ciclo, seguida das letras iniciais da característica morfológica dos esporos, por exemplo 0,Icv,IIpe,III, onde **e**= equinulado, **c**= catenulado, **p**=pedicelado, **v**=verrucoso, o que facilita o entendimento entre a morfologia do fungo e a fase que ela representa no ciclo de vida.

As famílias de Pucciniales são tipificadas e agrupadas de acordo com a morfologia dos espermogônios (CUMMINS e HIRATSUKA, 2003). Atualmente com a utilização das ferramentas de biologia molecular, algumas destas famílias são suportadas e outras são consideradas redundantes, como é apontado nos estudos de Aime *et al.* (2006), onde as famílias Coleosporiaceae, Melampsoraceae, Mikronegeriaceae, Phakopsoraceae, Phragmidiaceae, Pileolariaceae, Pucciniaceae e Raveneliaceae são suportadas, Cronartiaceae, Pucciniastraceae e Pucciniosiraceae são consideradas redundantes, e para as restantes (Chaoniaceae e Uropyxidaceae) ainda não foi possível definir sua condição.

Na região neotropical, o Brasil é considerado o país melhor estudado quanto à riqueza dos fungos Pucciniales e o mais diverso do mundo (YEPES e CARVALHO, 2010; BERNDT, 2012), isso é devido em grande parte aos levantamentos realizados por Hennen *et al.* (1982, 2005), Carvalho Jr e Sotão (2010) e Yepes e Cavalho-Jr (2010), com base em material depositado em herbários e em publicações, que apresentam cerca de 749 espécies de ferrugens para o país, entre estas 201 são conhecidas para Amazônia. Considerando ser o Brasil um país muito rico em diversidade biológica, é estimado que os inventários biológicos, na Amazônia, elevem significativamente a posição do Brasil nas estatísticas sobre a biodiversidade, visto que grande parte desta biodiversidade ainda está por vir a ser descoberta (CAPOBIANCO, 2001).

Estudos taxonômicos em estados da Amazônia, como Amazonas, Amapá e Pará, incluindo a Região Metropolitana de Belém (RMB), como listas de espécies, novos registros, descrições de novos gêneros e espécies são datados desde o início do século XIX nos trabalhos de Hennings (1900; 1902, 1904, 1905; 1908); Dietel (1909), Sydow e Sydow (1916); Batista *et al.* (1966); Albuquerque (1971a; 1971b), Albuquerque e Figueiredo (1971), Hennen e Freire (1979), Hennen e Sotão (1996; 1997), Ferreira *et al.* (2001); Sotão *et al.* (2002; 2006; 2007; 2009), França *et al.* (2009; 2010), estando a maioria dos espécimes identificados, depositados nos herbário João Murça Pires (MG), do museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e da Embrapa Amazônia Oriental (IAN), coleções de grande importância para os fungos da Amazônia.

Zuluaga *et al.* (2011) e Berndt (2012) destacam que o nível de conhecimento sobre os fungos Pucciniales nas regiões tropicais são incipientes, tanto do ponto de vista biológico, relacionado à classificação taxonômica, quanto aos padrões ecológicos e à distribuição da biodiversidade, apresentando, assim, várias lacunas. Os autores enfatizam a necessidade e importância da realização de mais inventários em regiões tropicais, que possam gerar monografias e revisões com um número maior de gêneros e espécies de ferrugens, apontando estas sugestões como a maneira mais eficiente para ampliar o conhecimento do grupo nas regiões neotropicais.

Estudos taxonômicos sobre os fungos da ordem Pucciniales são de grande relevância devido a sua importância como patógenos de espécies de plantas de interesse econômico, florestais e cultivadas. Figueiredo e Passador (2008) sugerem que a falta de conhecimento sobre as ferrugens tropicais e subtropicais é um dos maiores obstáculos para a melhoria do sistema de classificação de Pucciniales, e para a compreensão de alguns dos mais importantes patógenos de plantas cultivadas.

A RMB abrange as áreas dos municípios de Ananindeua, Marituba, Santa Bárbara, Benevides e Belém, no Estado do Pará (FERREIRA *et al.*, 2012). A cobertura vegetação da área, segundo Silva (2011) e Ferreira *et al.* (2012), é formada principalmente por florestas secundárias de terra firme, florestas de várzea nas áreas mais baixas, florestas de igapó e manguezais, e na área urbana encontram-se pomares, hortas, quintais, vegetação ruderal, regiões arborizadas nas ruas e praças. No passado, a vegetação primária desta região tinha o domínio de extensas áreas de florestas de terra firme, e com as alterações que sofreram ao longo do tempo foram substituídas por vegetações secundárias.

As florestas urbanas da RMB correspondiam a 369 km², porém dados de 2006 já acusavam uma redução de 31% da cobertura vegetal desta região e este desmatamento já havia atingido 50% das Áreas de Proteção Ambiental de Belém. Essa perda florestal foi relacionada principalmente ao crescimento urbano, dos municípios de Belém e Ananindeua (LEÃO *et al.*, 2007), juntamente com a dificuldade de gestão destes espaços (MENEZES *et al.*, 2013).

É relatado por Amaral *et al.*, (2009), em um levantamento botânico realizado em fragmentos florestais da RMB, a existência de mais de 759 espécies de plantas, tal riqueza de espécies desperta

interesse em conhecer os fungos da ordem Pucciniales que possam estar parasitando os inúmeros hospedeiros nos tipos florestais presentes na área.

A RMB está inserida no Centro de Endemismo Belém, localizado na zona fisiográfica do Leste do Pará e Oeste do Maranhão, em uma região conhecida como “arco do desmatamento”, considerado um dos mais ameaçados centros de endemismo da Amazônia, pois, devido ao histórico de ocupação da área, tem sido desde muito tempo, alvo do desmatamento e extração seletiva de madeira, que consequentemente causa a perda de habitat, a degradação e fragmentação florestal (ALMEIDA e VIEIRA, 2010). Várias partes deste centro de endemismo, incluindo a RMB, estão classificadas pelo Ministério do Meio Ambiente como áreas de extremamente alta e muito alta importância biológica na Amazônia, e classificadas como áreas de extremamente alta prioridade para a conservação, como é o caso das regiões das ilhas da cidade de Belém (MMA, 2007).

Atualmente, existe uma maior preocupação com a preservação das florestas urbanas da RMB, presentes em várias unidades de conservação, criadas a partir do início dos anos 90, como esforço das secretarias de Meio Ambiente estadual e municipal para evitar a degradação destas florestas urbanas da Amazônia, além de serem áreas que proporcionam lazer e contato com o ambiente natural à população, e objetos de estudos científicos, que contribuam para o conhecimento da biodiversidade destas unidades de conservação (BELÉM, 1991; PARÁ, 1993, ANANINDEUA, 2011).

As unidades de conservação de maior relevância existentes na RMB estão no município de Belém: Área de Proteção ambiental de Belém, Parque Estadual do Utinga, Parque Ecológico do Município de Belém “Gunmar Vingren”, Parque Ecológico da Ilha de Mosqueiro, Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu, Bosque Rodrigues Alves/ Jardim Botânico da Amazônia e Área de Pesquisas Ecológicas do Guamá (APEG); no município de Ananindeua: Parque Ambiental do Município de Ananindeua “Antônio Danúbio Lourenço da Silva”; no município de Santa Bárbara, o Parque Ecológico de GUNMA (AMARAL *et al.*, 2009; ANANINDEUA, 2011; FERREIRA *et al.*, 2012) .

Considerando a importância dos fragmentos florestais localizados na RMB, a riqueza de espécies de plantas com potencial de possíveis hospedeiros de ferrugens da área e o pouco conhecimento da micobiota do centro de endemismo Belém, este trabalho foi concebido a partir das seguintes questões: quais espécies de fungos Pucciniales compõem a micobiota da Área de estudo? Qual a riqueza de Pucciniales na Região Metropolitana de Belém? Quais as espécies de ferrugens que parasitam plantas de interesse econômico podem ser encontradas na RMB?

Os objetivos deste estudo foram: inventariar comunidade de fungos Pucciniales que ocorrem na RMB; relacionar os fungos identificados as suas plantas hospedeiras; estudar a riqueza e a composição de ferrugens nas áreas de estudo; identificar espécies de ferrugens que parasitam plantas de interesse econômico e as suas hospedeiras; realizar estudos de atualização taxonômica de amostras de Pucciniales coletadas na RMB, e depositadas nos herbários MG e IAN.

Os resultados deste trabalho estão apresentados em forma de dois artigos científicos: *Sorataea apeguienses* sp. Nov. (Pucciniales) e novos registros de ferrugens para América do Sul, Brasil e Amazônia (capítulo II) e Riqueza e composição de Fungos Pucciniales da Região Metropolitana de Belém (capítulo III). Os artigos estão formatados de acordo com as normas das revistas às quais serão submetidos para publicação, porém a numeração das páginas segue a formatação recomendada nas normas de apresentação de dissertação e tese da UFRA. As normas das revistas estão anexadas a este manuscrito

1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIME, M. C.; MATHENY, P. B.; HENK, D. A.; FRIEDERS, E.M.; NILSSON, R. H.; PIEPENBRING, M.; MCCLAUGHLIN, D.J.; SZABO, L. J.; BEGEROW, D.; SAMPAIO, J. P.; BAUER, R.; WEIß, M.; OBERWINKLER, F.; HIBBETT, D. 2006. 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.

ALBUQUERQUE, F.C. 1971a. Relação das espécies de Uredinales coletadas na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**. v. 6, p. 147-150.

ALBUQUERQUE, F.C. 1971b. Descrição de cinco novas espécies de Uredinales da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**. v. 6, p. 139-143.

ALBUQUERQUE, F.C.; FIGUEIREDO, M.M. 1971. Descrição de uma nova espécie de Uredinales da Amazônia *Uromyces belemensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**. 6, p. 145-146.

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. 2010. Centro de Endemismo Belém: Status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários**. v. 36, n. 3, p. 95-111.

ANANINDEUA. 2011. Lei nº. 2.472, de 05 de janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.ananindeua.pa.gov.br/public/arquivos/legislacao/LEI_No._2.472.pdf>. Acesso em 17 de jan. 2014.

AMARAL, D.D.; VIEIRA, I.C.G.; ALMEIDA, S.S.; SALOMÃO, S.P.; SILVA, A.S.L; JARDIM, M.A.G. 2009. **Checklist** da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**. v. 4, n. 3, p. 231-289.

BATISTA, A.C.; FALCÃO, R.G.S.; PERES, G.P.E.; MOURA, N.R. 1966. Fungi Paraenses. **Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco**. v. 506, p. 1-290.

BELÉM. 1991. Lei Nº 7539/9 de 19 de novembro de 1991. Disponível em: <<http://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/585970/lei-7539-91?ref=home>>. Acesso em 18 de jan. 2014.

BERNDT, R. 2012. Species richness, taxonomy and peculiarities of the neotropical rust fungi: are they more diverse in the Neotropics? **Biodiversity and Conservation**. v. 21, p. 2299-2322.

BURITICÁ, P. 2003a. Centros naturales de diversificación en el orden Uredinales (Fungi, royas). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**. 56: 1999-2019.

BURITICÁ P. 2003b. Estado del conocimiento universal sobre el orden *Uredinales* (Fungi, royas). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**. 56:1813-1838.

CAPOBIANCO, J.P.R. (Org.); VERÍSSIMO, A. (Org.); MOREIRA, A. (Org.); SANTOS, I. (Org.); PINTO, L.P. (Org.). 2001. **Biodiversidade na Amazônia Brasileira**, vol.1, 544 p. São Paulo: Estação Liberdade.

CARVALHO JR., A.A.; SOTÃO, H.M.P. Pucciniales in: Forzza, R.C. *et al.* (Orgs.). 2010. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil 1**. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 870. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br>>. Acesso em 07 jun. de 2012.

CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. 2003. **Illustrated Genera of Rust Fungi**. 3 Ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, p. 1-225.

DIETEL, P. 1909. Uredinaceae paraenses. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. n. 5, p. 262-267.

FERREIRA, L.V.; PAROLIN, P.; MUÑOZ, S.H.; CHAVES, P.P. 2012. O efeito da fragmentação e isolamento florestal das áreas verdes da Região Metropolitana de Belém. **Pesquisas botânica**. n. 63, p. 357-367.

FERREIRA, F.A.; GASPAROTTO, L.; LIMA, M.I.P.M. 2001. Uma ferrugem, causada por *Phakopsora tomentosae* sp. nov., em oiti, em Manaus. **Fitopatologia Brasileira**. 26(2), p. 206-208.

FIGUEIREDO, M.B.; PASSADOR, M.M. 2008. Morfologia, funções dos soros e variações dos ciclos vitais das ferrugens. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.75, n.1, p.117-134.

FRANÇA, I.F.; SOTÃO, H.M.P. 2009. Novos registros de Ferrugens (Uredinales) sobre Fabaceae para o Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. v. 23, n. 3, p. 860-863.

FRANÇA, I.F.; SOTÃO, H.M.P.; COSTA-NETO, S.V. 2010. Fungos causadores de ferrugens da Reserva Biológica do Lago do Piratuba, Amapá, Brasil. **Rodriguesia** 61(2), p. 211-221.

HENNEN, J.F.; FREIRE, F.O. 1979. *Apra* a new genus of Uredinales on Mimosa from Brazil. **Mycologia**. v. 71, n. 5.

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

HENNEN, J.F.; SOTÃO, H.M.P. 1997. *Aecidium maprouneae* Var. *noncrassatum* (Uredinales) sobre *Maprounea* sp. (Euphorbiaceae) novo táxon do estado do Amapá, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**. v. 22, n. 3, p. 444-446.

HENNEN, J.F.; HENNEN, M.M.; 1982. FIGUEIREDO, M.B. Índice das ferrugens (Uredinales) do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.49, p.1-201. suplemento.

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: jan. 2013.

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

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

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

HENNINGS, P. 1905. Fungi amazonici-IV. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**. v.44 (2), p.57-71p.

HENNINGS, P. 1908. Fungi Paraenses-III. **Hedwigia**. v.48.(1-2) p.101-117.

HIBBETT, D.S.; BINDER, M.; BISCHOFF, J.F.; BLACKWELL, M.R.; CANNON, P.L.F. OVE E. ERIKSSON, HUHDORF, S.; JAMES, T.; KIRK, P.M.; LÜCKING, R.; LUMBSCH, H. T.; LUTZONI F.; MATHENY, P. B.; MCLAUGHLIN, D.J.; POWELL, M.J.; REDHEAD, S.; SCHOCH, C.L.; SPATAFORA, J.W.; STALPERS, J.A.; VILGALYS, R.S.; AIME, M. C.; APTROOT, A.; BAUER, R.; BEGEROW, D.; BENNY, G.L.; CASTLEBURY, L.A.; CROUS, P.W.; DAI, Y.; GAMS, W.; GEISER, D.M.; GRIFFITH, G.W.; GUEIDAN, C.; HAWKSWORTH, D.L.; HESTMARK, G.; HOSAKA, K.; HUMBER, R.A.; HYDE, K.D.; IRONSIDE, J.E.; KÖLJALG, U.; KURTZMAN, C.P.; LARSSON, K.H.; LICHTWARDT, R.; LONGCORE, J.; MIĄDLIKOWSKA, J.; MILLER, A.; MONCALVO, J.M.; MOZLEY-STANDRIDGE, S.; OBERWINKLER, F.; PARMASO, E.; REEB, V.; ROGERS, J.D.; ROUX, C.; RYVARDEN, L.; SAMPAIO, J.P.; SCHÜBLER, A.; SUGIYAMA, J.; THORN, G., TIBELL, L.; UNTEREINER, W.A.; WALKER, C.; WANG, Z.; WEIR, A.; WEISS, M.; WHITE, M.M.; WINKA,

K.; YAO, Y.; ZHANG, N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. **Mycological Research**, v.111, n. 5, p. 509-547.

KIRK, P.M., CANNON, P.F.; DAVID, J.C.; STALPERS, J. 2008. **Ainsworth & Bisby's dictionary of Fungi**. 10th Ed. Surrey: CABI Publishing, p. 771.

LEÃO, N.; ALENCAR, C.; VERISSÍMO, A. 2007. **Belém Sustentável**. Imazon: Belém. p.140.

MENEZES, L.B.C.; CARVALHO, E.A. NUÑEZ, Y.T.; BRITO, L.B.; SEMBER, N.B.G.; VASCONCELOS, E.O.F. 2013. Parques urbanos de Belém (PA): situação atual e problemáticas. Sócio-ambientais. **Revista Ciência e Tecnologia**. v.1, n. 1, p. 32-49.

MMA. 2007. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação**, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. (Série Biodiversidade, 31).

PARÁ. 1993. Decreto Estadual nº 1.552, de 03 de maio de 1993.

SILVA, J.M.C. 2011; **Belém**, in: VALENTE, R.; SILVA, J.M.C.; STRAUBE, F.C. NASCIMENTO, J.L.X.; orgs. Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil – Belém: Conservação internacional, 400 p.

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, JF; CAVALCANTE, M.A. 2002. Uredinales do Estado do Amapá: o gênero *Puccinia*. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica. v. 17 n. 1, p. 107-159.

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

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

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, S.F., FRANÇA, I., FREIRES, E., MOURA, M.F., MARTINS JR., A., MEDEIROS, P.S, SILVA, M.F.F. 2009. Ferrugens (Uredinales - Basidiomycota) da Flona de Caxiuanã, p. 371-381. in: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.

SYDOW, H.; SYDOW, P. 1916. Fungi Amazonia C.L. E. Ule lecti. **Annales Mycologici**, v. 34. p. 69-97.

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

ZULUAGA, C.; BURITICÁ, P.; MARÍN, M. 2011. Filogenia de hongos roya (Uredinales) en la zona andina colombiana mediante el uso de secuencias del ADN ribosomal 28S. **Revista de Biología Tropical**. v 59, n. 2, p. 517-540.

Capítulo 2

Sorataea apeguiensis sp. Nov. (Pucciniales) e novos registros de ferrugens para o Brasil e Amazônia Brasileira

(Artigo formatado segundo as normas da Revista Acta Botanica Brasilica)

2. *Sorataea apeguiensis* sp. Nov. (Pucciniales) e novos registros de ferrugens para o Brasil e Amazônia Brasileira

Luana Teixeira do Carmo¹, Fabiano Melo de Brito² e Helen Maria Pontes Sotão³

1. Universidade Federal Rural da Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica Tropical) (luanatcarmo@gmail.com).
2. Universidade Federal Rural da Amazônia, curso de Agronomia (fabianobritoagronomia@gmail.com).
3. Museu Paraense Emílio Goeldi, Departamento de Botânica, CEP: 66017-970, Belém, Pará. (helen@museu-goeldi.br).

Resumo

Este trabalho faz parte dos resultados de um levantamento de fungos Pucciniales realizado na Região Metropolitana de Belém (RMB), no Estado do Pará. Uma nova espécie é descrita para a ciência como *Sorataea apeguiensis* sp. nov. F. C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito. Novos registros são apresentados: *Aecidium alibertiae* Arthur e *Uredo philodendri* Pardo-Card para o Brasil, e *Sphenospora kevorkianii* Linder, *Aecidium cordiae* Henn., *Puccinia commelinae* Holw., e *Puccinia hyptidis-mutabilis* Mayor, para a Amazônia. Para estas espécies são apresentadas descrições, comentários taxonômicos e distribuição geográfica. Para a nova espécie descrita e os novos registros para a América do Sul e Brasil também são apresentadas ilustrações dos esporos. Os espécimes estudados estão depositados nos herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG) e da Embrapa Amazônia Oriental (IAN).

Palavras-chave: Amazônia, fungos biotróficos, Região Metropolitana de Belém, taxonomia.

Abstract

This work is part of the results of a survey on Pucciniales fungi realized in the Metropolitan Region of Belém (RMB), in Pará State. A new species is described to science as *Sorataea apeguiensis* sp. nov. F. C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito. New records are presented: *Aecidium alibertiae* Arthur and *Uredo philodendri* Pardo-Card to Brazil, and *Sphenospora kevorkianii* Linder, *Aecidium cordiae* Henn, *Puccinia commelinae* Holw, and *Puccinia hyptidis-mutabilis* Mayor to Amazon region. Descriptions, taxonomic comments and geographical distribution of this species are given. For the new species described and new records for South America and Brazil, illustrations of spores are presented too. The specimens studied are deposited in the herbaria of the Museu Paraense Emílio Goeldi (MG) and Embrapa Amazônia Oriental (IAN).

Key words: Amazon, Metropolitan Region of Belém, biotrophic fungi, taxonomy.

Introdução

A ordem Pucciniales abriga fungos parasitas biotróficos de plantas, sendo conhecidos como ferrugens. É uma das maiores ordens do reino fungi, com cerca de 7.798 espécies, 120 gêneros e 13 famílias descritas (Kirk *et al.* 2008; Cummins & Hiratsuka 2003). Para o Brasil, estão registradas cerca de 750 espécies e 66 gêneros deste grupo de fungos (Hennen *et al.* 2005; Carvalho Jr & Sotão 2010; Carvalho Jr. 2014). Estes dados expressam a riqueza da micobiota de Pucciniales do país, considerada uma das mais diversas do mundo e a mais estudada na América do Sul (Yepes e Carvalho Jr, 2010).

A Região Metropolitana de Belém (RMB) abrange áreas dos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara (Ferreira *et al.* 2012), onde estão implantadas algumas unidades de

conservação, públicas e particulares. Ela se encontra no Centro de Endemismo Belém, um importante centro de endemismo da Amazônia, por ser reconhecidamente o mais ameaçado, representando a área mais antiga e também mais desmatada da ocupação humana na Amazônia brasileira. Nesta área cerca de 23% de sua cobertura vegetal está intacta e a maioria das espécies ameaçadas de extinção, mencionados na Lista Vermelha do Pará, ocorrem nesta região (Silva *et al.* 2005; Vieira *et al.* 2007; Almeida & Vieira 2010)

Os registros de ocorrência deste grupo de fungos na área de estudo, a RMB, tiveram início em publicações no século XIX, com descrições de novas espécies e listas de espécies para Amazônia, podendo ser encontrados em trabalhos como os de Hennings (1900; 1902; 1904; 1905; 1908), Dietel (1909), Albuquerque (1971a; 1971b), Albuquerque & Figueiredo (1971), Hennen *et al.* (1982), e Batista *et al.*, (1966).

O gênero *Sorataea* Syd, inserido na família Uropyxidaceae, apresenta seis espécies com nomes válidos e outras quatro espécies atualmente estão classificadas nos gêneros *Leucotelium* e *Mimema* (www.indexfungorum.org). Cinco espécies deste gênero já foram classificadas no gênero *Puccinia*, entretanto, foram para ele transferidas, devido ao tipo diferente de espermogônio que passam (Eboh & Cummins 1980; Cummins & Hiratsuka 2003), e as espécies atualmente válidas parasitam plantas da família Fabaceae (Leguminosae), como discutido por Cummins & Hiratsuka (2003).

Este trabalho faz parte de um levantamento das espécies de fungos Pucciniales que ocorrem na RMB. Aqui são apresentados os resultados referentes à proposição de uma nova espécie para a ciência, classificada no gênero *Sorataea*, e à divulgação dos novos registros encontrados para América do Sul, Brasil e a Amazônia Brasileira.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em unidades de conservação da RMB, e uma revisão do material coletado na área de estudo e depositado nos herbários João Murça Pires (MG), do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Embrapa Amazônia Oriental (IAN) foi realizado.

As técnicas de coleta e preservação seguiram a metodologia adotada por Cummins e Hiratsuka, (2003). A identificação e descrição dos espécimes foram realizadas com base na determinação da família e gênero da planta hospedeira, observações e análises das microestruturas dos fungos e literatura especializada como Eboh & Cummins (1980), Cummins & Hiratsuka (2003), Hennen *et al.* (2005) e outras conforme citadas nos comentários taxonômicos das espécies.

Sob estereomicroscópio, a partir dos sintomas produzidos pelos fungos observados nas plantas hospedeiras, foram montadas lâminas semipermanentes em solução de lactoglicerol (Sotão *et al.* 2007) para observação. Medições e ilustrações das microestruturas foram realizadas em microscópio de luz.

Para observação e ilustrações em microscopia eletrônica de varredura (MEV) os métodos adotados foram os citados por França & Sotão (2009).

A identificação das plantas hospedeiras foi realizada com a colaboração de taxonomistas e técnicos em botânica do MPEG.

As amostras estão depositadas nos Herbários MG ou IAN, conforme mencionado no material estudado para cada espécie.

Resultados e Discussão

Das espécies de fungos causadores de ferrugens estudados, *Sorataea apeguiensis* sp. nov. é proposta como nova espécie para a ciência. Novos registros foram identificados: para a América do Sul, *Aecidium alibertiae* Arthur sobre *Alibertia* sp. (Rubiaceae); para o Brasil, *Uredo philodendri* Pardo-Card., sobre *Philodendron* sp. (Araceae); para a Amazônia, *Sphenospora kevorkianii* Linder sobre *Polystachya estrellensis* (Orchidaceae), *Aecidium cordiae* Henn. sobre *Cordia* sp. (Boraginaceae), *Puccinia commelinae* Holw. sobre *Commelina* sp. (Commelinaceae) e *Puccinia hyptidis-mutabilis* Mayor, sobre *Hyptis* sp. (Lamiaceae). A seguir são apresentadas descrições, comentários e distribuição geográfica das espécies estudadas, com ilustrações para a nova espécie descrita e dos novos registros.

Sorataea apeguiensis sp. nov. F. C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito. **Fig. 1**

Espermogônios e écios não observados. Uredínios em manchas inconspícuas, abaxiais, superficiais, pulverulentos, discretos, em grupos isolados, marrom-canela, brilhantes, com numerosas paráfises periféricas, encurvadas, falciformes a cilíndricas, unidas na base, arredondadas no ápice, 30–45 x 7,5–10 µm, com a parede uniforme, 1,2 µm de espessura, marrom-canela a marrom-avermelhada; Urediniósporos pedicelados, amplamente elipsoides, obovoides, globoides, (17,5–) 20–25 x (12,5–) 15–19 µm, marrom canela, parede uniformemente equinulada, com equínulas triangulares, 1,5–2,5 µm, marrom-canela, com poros germinativos obscuros; Télios subepidermais, em manchas escuras, anfígenos, isolados; Teliósporos pedicelado oblongos à clavados, bicelulares, 1-septado, constrictos nos septos, ápice levemente obtuso, 30–55 x 12–15 µm, parede lisa, 1,5–2 µm de espessura lateral, e até 3 µm de espessura apical, célula apical marrom-claro a marrom-canela, célula basal hialina a subhialina, um poro germinativo em cada célula, no ápice da célula apical, e na lateral próximo ao septo na célula basal; pedicelo curto, quebradiço, hialino.

Tipo: Brasil. Pará. Belém, Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre *Deguelia scandens* Aubl. 4.VII.1967, F.C. Albuquerque (IAN1145/741)

A etimologia do epíteto específico é referente ao local de coleta da amostra a Área de Pesquisas Ecológicas do Guamá (APEG).

Comentários: Está espécie é caracterizada por teliósporos oblongos a clavados, com a célula apical de ápice levemente obtuso, de coloração mais escura que a basal, urediniósporos castanhos, com equinulações triangulares, e uredínios com numerosas paráfises periféricas, falciformes e de coloração marrom-canela.

Sobre espécies de plantas da família Fabaceae Eboh & Cummins (1980) citam seis espécies reconhecidas: *Sorataea amiciae* Syd. sobre *Amicia lobbiana* Benth. ex Rusby; *S. arayatensis* (Cummins) Eboh & Cummins e *S. periodica* (Racib.) Eboh & Cummins sobre *Derris* sp.; *S. baphiae* (Vienn.-Bourg.) Savile sobre *Baphia pubescens* Hook. f.; *S. nephroidea* (Syd.) Eboh & Cummins sobre *Lonchocarpus fendleri* Benth.; *S. ostryoderridis* (Jørst.) Eboh & Cummins sobre *Ostryoderris leucobotrya* Dunn. Acrescentando a esta lista *S. apeguiensis* aqui descrita sobre *Deguelia scandens* Aubl., espécie de planta hospedeira que tem como sinonímia em literatura os nomes *Derris pterocarpus* (DC.) Killip. e *Derris guianensis* Benth (Tozzi & Silva, 2014).

As espécies deste gênero apresentam o ápice do teliósporo arredondado, a exceção de *S. periodica*, na qual tal estrutura apresenta ápice atenuado (Saccardo & Sydow, 1902), semelhante ao de *S. apeguiensis*. Os teliósporos de *S. apeguiensis* são comparáveis também aos da espécie *S. nephroidea*, por apresentarem coloração marrom e medidas semelhantes, mas diferenciando-se principalmente pelo ápice dos teliósporos. A partir de caracteres morfológicos obtidos de literatura e da observação do espécime aqui descrito, são apresentadas características que diferenciam as espécies de *Sorataea* sobre Fabaceae (Tabela 1).

O gênero *Mimema* H.S. Jacks. foi considerado sinônimo de *Sorataea* (Cummins & Hiratsuka 1983), entretanto estes mesmos autores em 2003, a partir da discussão sobre o gênero *Mimema* feita por Dianese *et al.* (1994), os reconhecem como gêneros distintos. Em *Mimema* os uredínios são do tipo *Calidion*, com soros mistos, nos quais os télios são colunares, cilíndricos, fusiformes, multicelulares, com pedicelo hialino longo e a germinação ocorre através de poros germinativos distintos, enquanto que nas espécies do gênero *Sorataea*, os uredínios são do tipo *Uredo*, em soros distintos dos télios, os teliósporos são bicelulares, alguns multicelulares e os metabasídios desenvolvem-se pelo alongamento do ápice (Cummins e Hiratsuka, 2003).

Este espécime foi coletado em 1967 por F.C. Albuquerque (Albuquerque 1971a), sendo citada também como uma espécie inédita por Hennen *et al.* (1982; 2005) e Mendes *et al.* (1998), porém nenhuma destas publicações apresenta, por exemplo, a descrição ou diagnose em latim ou inglês, critério requerido para validação de novas espécies pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica (artigo nº36), portanto, a espécie permanecia sem validação e o nome *Sorataea apeguiensis* sendo considerado *nomem nudum*.

Embora os autores tenham despendido esforço para recoletar novas amostras desta espécie na área de coleta do material tipo, ela ainda não foi recoletada. A vegetação do local em que foi coletado o

espécime, Campus de pesquisa da Embrapa, em Belém, já sofreu algumas alterações devido à ampliação dos prédios da instituição.

Distribuição geográfica: Brasil, no Estado do Pará.

Aecidium alibertiae Arthur, *Mycologia* **14**(1): 21 (1922). **Fig. 2 A-D**

Tipo sobre *Alibertia* sp., **Trinidad e Tobago:** Piarco savana, ao sul de Dabadie, 21 de março, Fred J. Seaver (3286). (0/I,?/?)

Espermogônios subepidermais, adaxiais, concêntricos, numerosos, agrupados em manchas cloróticas, pretos. Écios em soros abaxiais, solitários ou agrupados, cupulados, brancos a amarelo-claros; células do perídio, 36–40 x (17, 5–) 19–25 µm, retangulares, romboides, com paredes interna e externa densamente verrucosas, verrugas grandes; eciósporos (19–)24–26,5 x 19–26,25 µm, catenulados, globoides, elipsoides, pulverulentos, parede fina e densamente verrucosa, com espessura uniforme, 1,5 µm, hialina a amarela-pálida.

Material estudado: **Brasil. Pará:** Belém, Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre *Alibertia edulis* (Rich.) A.Rich. (Rubiaceae): 23/I/2013, L.T. Carmo e F. M. Brito 241, 245, 246 (MG). *Alibertia* sp. (Rubiaceae): *ibid* 252 (MG).

Comentários: Esta espécie é diferenciada principalmente por apresentar esporos com ornamentação de parede densamente verrucosa, com verrugas arredondadas, coloração dos esporos de hialina a amarelo pálida, células peridiaias fortemente unidas, densa e fortemente verrucosas, que dão a aparência aveludada e diminuem a cavidade central, normalmente observada neste tipo de células. Segundo Arthur (1922) a espécie apresenta também espermogônios grandes, formados abaixo da epiderme, mas acima das células da camada paliçada da folha, sendo morfologicamente semelhantes aos espermogônios subcuticulares.

Ainda não existe na literatura uma conexão deste estágio anamorfo com outras fases do ciclo de vida desta espécie de ferrugem, nem sinônimos citados para ela (www.indexfungorum.org, www.mycobank.org), assim como não há ilustrações nas publicações consultadas sobre esta espécie (Arthur 1922; Sydow 1925).

A hospedeira desta ferrugem é uma planta frutífera da região amazônica, conhecida popularmente como “puruí, puruí-pequeno, apuruí e marmelada”, encontrada em capoeiras de baixo porte e áreas semidescampadas (Cavalcante 2010).

Sobre o gênero hospedeiro *Alibertia* também é conhecida para o Brasil a espécie *Puccinia farameae* Kern, Ciferri & Thurston, a qual tem somente a fase de télio conhecida, não formando espermogônio e écio (Hennen *et al.* 2005).

Distribuição geográfica: Trinidad e Tobago (Farr *et al.* 2014), e Brasil.

Aecidium cordiae Henn., in Bresadola, Hennings & Magn, *Bot. Jb.* **17**: 491 (1893) **Fig. 2 E e F**

Tipo: sobre *Cordia bullata* L., **Haiti: Santo Domingo**, data não reportada, *Ehrenberg s.n.* (0/I,?/?).

Aecidium cordiophilum Spegazzini, Rev. Argentina Bot. 1: 95. 1925. Tipo sobre *Cordia ulmifolia* from **Argentina**, Salta: Sierra Santa Bárbara, Jan 1906, ? *Spegazzini s.n*

Espermogônios adaxiais, em grupos, dispostos em manchas arredondadas e escurecidas, subepidermais. Écios abaxiais, cupulados, em manchas escurecidas, amarelo-pálido a brancos; eciósporos, 25–32,5 (–35) x 21,5–25 µm, catenulados, cilíndricos, globosos a poliédricos, parede 1,5–2,5 µm de espessura lateral, e 5–7,5 (–10) µm de espessura apical, hialina, finamente verrucosa, células peridiaais, (15–) 19–25 x 25–37 (–41,5) µm, poliédricas a hexagonais, fortemente unidas, com membrana externa estriada, e interna verrucosa, hialinas a amarelo-pálidas.

Espécimes estudados: **Brasil. Pará.** Santa Bárbara, Parque Ecológico do Gunma, sobre *Cordia* sp. (Boraginaceae), 19/I/2012. *L.T. Carmo* 328 (MG).

Comentários: *Aecidium cordiae* é caracterizado por eciósporos catenulados, cilíndricos, globosos a poliédricos, finamente verrucosos, com parede apical mais espessa, e pela parede estriada na face interna das células peridiaais. As células peridiaais apresentaram-se fortemente unidas, por isso não foi possível medir a espessura da parede, entretanto, Carvalho Jr *et al.* (2002) descrevem a medida das células de 21–37 µm de diâmetro e a paredes de 2,3–8 µm de espessura, e Hennen *et al.* (2005) descrevem as paredes com 1,5–2 µm de espessura nas lateral e 5–8 µm de espessura apical.

Hennen *et al.* (2005) relatam mais três espécies de ferrugens sobre o gênero *Cordia* no Brasil: *Aecidium brasiliense* Dietel diferenciada da espécie estudada pelo tipo de ornamentação na parede das células peridiaais, que não é estriada, eciósporos menores (20–27 x 18–23 µm) e parede apical uniforme cerca de 1 µm de espessura, enquanto que *A. cordiae* apresenta eciósporos maiores e parede apical engrossada; *Aecidium lindavianum* P. Sydow & H. Sydow também não apresenta parede apical dos eciósporos espessa e apresenta dimensões menores (18–21 x 15–16 µm); e *Puccinia cordiae* Arthur que sua fase anamórfica, *Uredo cordiae* P. Hennings, apresenta esporos catenulados, porém, não tem perídio, e por estas características Hernández & Hennen (2003) afirmam que o gênero anamórfico correto de *P. cordiae* é *Caeoma*, e Hennen *et al.* (2005) referem-se a este anamorfo como *Caeoma cordiae*, porém este nome precisa da validação segundo o Código Internacional de Nomenclatura Botânica.

Este é o primeiro registro de *A. Cordiae* para a Amazônia Brasileira.

Distribuição geográfica: Argentina, Haiti, Panamá, República Dominicana, Trinidad e Tobago e Venezuela (Farr *et al.* 2014). Brasil: Ceará, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina (Carvalho Jr & Sotão 2010), Pará.

Puccinia commelinae Holw., *Annls. mycol.* 2(5): 393 (1904). **Fig 3 A e B**

Tipo sobre *Commelina* sp., **México**, Jalisco: Guadalajara, 28 Sept 1903, *Holway-5061*. (??,II/III)

Dicaeoma commelinae (Holw.) Arthur, *N. Amer. Fl.* (New York) 7(4-5): 370 (1920)

Uredínios em manchas cloróticas, abaxiais, pulverulentos, dispersos, marrom-brilhantes, circundados pela epiderme rompida; urediósporos, (19–)22,5–30 x (13,75)15–20(–21) μm , globosos a ovoides; parede, 1,25–2,5 μm , amarelo pálido a marrom-canela, uniformemente equinulada, com equínulas pequenas, poros germinativos obscuros. Télios não observados no material estudado.

Material estudado: Brasil. Pará. Belém, Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre *Commelina affinis* (R. Br.) Poir. (Commelinaceae), 22/I/2013, L. Carmo e F. Brito 228 (MG).

Comentário: *Puccinia commelinae* é caracterizada por urediniósporos globoides a ovoides, com parede amarela pálida a marrom-canela, equinulada, com poros germinativos obscuros, e ausência de paráfises.

Segundo Holway (1904) os télios são hipófilos, compactos, puntiformes, dispersos ou geralmente agrupados em pequenos grupos, às vezes cobertos pela epiderme, de coloração marrom; os teliósporos são constrictos no septo, lisos, marrons, com formato irregular variando de oblongos, clavados a lineares, 44–68 x 16–24 μm , com ápice arredondado ou truncado, com parede apical espessada, com até 8 μm de espessura, pedicelo curto, marrom ou raramente hialino.

Outra espécie que ocorre sobre gênero *Commelinae* no Brasil é *Uromyces commelinae* Cooke., que se diferencia da espécie estudada pela coloração castanha da parede dos urediniósporos, e espessura, que é de 2–2,5 μm , podendo chegar até 3 μm (Hennen *et al.* 2005).

O nome *P. commelinae* utilizado por Durrieu (1979) é considerado ilegítimo (www.mycobank.org). No entanto, Zhuang (1998) publicou a espécie *Puccinia commelinae-benghalensis* J.Y. Zhuang, tendo como sinônimos *Puccinia commelinae* Durieu e *Puccinia durrieui* Y. Ono, a qual se diferencia da espécie decrita por Holway por urediniósporos obovoides ou elipsoides, menores (23–33 x 15–21 (–23) μm), e teliósporos elipsoides ou fusiformes, constrictos no septo, mais curtos (33–58 μm).

Este é o primeiro registro de *P. commelinae* para a Amazônia Brasileira.

Distribuição geográfica: Argentina e Nepal (Farr *et al.* 2014), México (Holway 1904). Brasil: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (Hennen *et al.* 2005) e Pará.

***Puccinia hyptidis-mutabilis* Mayor, Mém. Soc. Neutch. Sci. Nat. 5: 496 (1913) Fig 3 C**

Tipo: sobre *Hyptis mutabilis* (Richards) Briq. **Colombia: Dept. Magdalena:** El Banco, 27 Julho 1910, Mayor- 121. (0/I,IIpe/Xps/III).

Dicaeoma hyptidis-mutabilis (Mayor) Arthur, N. Am. Flora 7: 410. 1921.

Erioporangium hyptidis-mutabilis (Mayor) Syd., Ann. Mycol. 20: 121. 1922.

Uredo amphiospora H. S. Jacks. & Holw. in Jackson, Mycologia 24: 72. 1932.

Puccinia amphiospora Cummins, Bull. Torrey Bot. Club 67: 67. 1940. [como “(Jacks. et Holw.) comb. nov.”].

Uredínios abaxiais, escassos, pequenos, dispersos, arredondados, pulverulentos, marron-canela, urediniósporos, 17–23 x 18–22 µm, esferoide-achatados ou globosos, parede, 1–2 µm de espessura, finamente equinulada, marrom-canela a marrom-amarelada, 2 poros germinativos equatoriais. Télios e anisporos não observados na amostra.

Material estudado: Brasil. Pará. Belém, Campus da Embrapa da Amazônia Oriental, sobre *Hyptis* sp. (Lamiaceae) 24/I/2013, L.T. Carmo e F.M. Brito 251 (MG).

Comentário: Teliósporos e anisporos não foram observados no material coletado, mas foi possível a identificação pelas características dos urediniósporos. A espécie é caracterizada por urediniósporos esferoides-achatados ou globosos, de coloração marrom-canela a marrom amarelados, e pela presença de anisporos que são semelhantes aos teliósporos de *Uromyces* (Hennen *et al.* 2005).

As medidas de largura encontradas no espécime estudado estão de acordo com as descritas por Saccardo (1925) (17–22 µm) e Hennen *et al.* 2005 (1–23 x 23–26 µm). Os teliósporos, segundo Hennen *et al.* (2005), são cilíndricos, clavados ou estreitamente elipsóides, 16–20 x 27–57 µm, com paredes lisas, medindo cerca de 1 µm de espessura, de coloração amarelada e com um poro na célula apical e outro na célula basal próximo ao septo, cada um revestido por um umbo incolor, de 2–5 µm de espessura, com pedicelos de paredes finas, incolores, com até 25 µm de comprimento. Apresentam anisporos semelhantes aos teliósporos de *Uromyces*.

Esta ferrugem parasita várias espécies do gênero *Hyptis* (Lamiaceae) e, no Brasil, são conhecidas outras cinco espécies de Pucciniales parasitando este gênero, além de *P. hyptidis-mutabilis* Mayor: *Puccinia cavatica* H. S. Jackson & Holway, com urediniósporos tipo *Caeoma*, anígenos, catenulados, com parede verrucosa e hialina, com formato globoide a elipsoide, e perídio de difícil visualização ou ausente; *Puccinia gibertii* Spegazzini, apresentando urediniósporos com parede de 1–1,5 µm, amplamente equinulada, amarelas ou marron-canela-pálidas, com 2 poros germinativos supra equatoriais, geralmente escuros; *Puccinia neohyptidis* Laundon, com urediniósporos anígenos, de formato elipsoide a globoides, maiores do que a espécie estudada (23–30 x 20–26 µm); *Puccinia insititia* Arthur, com ornamentação da parede verrucosa-equinulada e três poros germinativos equatoriais; e, *Puccinia medellinensis* Mayor com urediniósporos com parede mais fina (até 1,5 µm) e minuta e densamente verrucosa (Saccardo 1925; Hennen *et al.* 2005)

É o primeiro registro desta espécie para a Amazônia Brasileira.

Distribuição geográfica: Argentina, Colômbia, Costa Rica, Equador, Estados Unidos, México, Trinidad e Tobago, Tanzânia (Farr *et al.* 2014). Brasil: Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro (Hennen *et al.* 2005) e Pará.

Sphenospora kevorkianii Linder, *Mycologia* **36**(5): 464 (1944). **Fig. 3 D e E**

Tipo: sobre *Epidendrum diffforme* Jacquin, **Nicaragua**, Capo: Bilwas Karma, 6 Abril de 1943, *Kevorkian s.n.* (??,IIpe/III).

Uredo cyrtopodii H. Sydow & P. Sydow, Bull. Herb. Boiss. II, 1: 77. 1901

Uredo epidendri P. Hennings, Hedwigia 35: 254. 1896.

Uredo guacae Mayor, Mem. Soc. neuchâteloise Sci. nat. 5: 583. 1913.

Uredo nigropunctata P. Hennings, Hedwigia 35: 254, 1986.

Uredo wittmackiana P. Hennings & Klitzing in P. Hennings, Gartenflora 53: 397.1904.

Uredínios anfigenos, subepidermais, dispersos, cobertos pela epiderme, pulverulentos, de coloração laranja; paráfises ausentes; urediniósporos, 20–27 x (14–) 17–27 µm, elipsoides, obovoides, globosos, parede, 1–4 µm de espessura, uniforme, equinulada com equínulas dispostas uniformemente, de cor marrom claro à amarelo pálido, poros germinativos equatoriais de 1 a 2; Télió com soros hipófilos, arredondados, de origem subepidermal, erumpente, pulvinados, cerosos, de cor castanho-escuro a preta; paráfises ausentes, teliósporos elipsoides ou ovoides, com (25–) 30–37 x 7–11 µm, com um septo transversal, parede lisa com 1 µm de espessura, hialina; poros germinativos não visíveis, pedicelo persistente, hialino.

Material estudado: **Brasil. Pará.** Belém, Campus da Embrapa Amazônia Oriental, sobre *Polystachya estrellensis* Rchb.f. (Orchidaceae), 23/I/2013, L. Carmo e F. Brito 231 (MG), *ibidem* XI/1945, B. Dantas 553/345 (IAN).

Comentários: Esta espécie, parasita de espécies da família Orchidaceae, é caracterizada por urediniósporos globosos, obovoides, de coloração laranja-pálida, às vezes de difícil visualização pela quantidade de cera que os envolve, com parede com equínulas grandes, ausência de paráfises; os teliósporos são hialinos, de parede lisa e uniforme, elipsoides, pedicelos persistentes longos, em soros muito serosos.

Hennen *et al.* (2005) apresentam uma chave de identificação para as três espécies de ferrugens do gênero *Sphenospora* sobre plantas da família Orchidaceae, diferenciando-as pelas características dos urediniósporos: *Sphenospora mera* Cummins, apresenta esporos de (20–)22–26(–29) x (17–)19–22(–23) µm e 3(–4) poros germinativos equatoriais, *Sphenospora saphena* Cummins apresenta esporos grandes, de (26–)30–40(–45) x (18–)20–23(–25) µm, e 3 poros germinativos equatoriais, obscuros, e *Sphenospora kevorkianii* com esporos de tamanho intermediário com (22–)24–33 x 18–26 µm, e poros 1, 2, ou 4, equatoriais. *S. mera* é parasita do gênero *Eulophidium*, e *S. saphena*, dos gêneros *Oncidium* e *Natylia*, no último, entretanto, pode ser encontrada também *S. kevorkianii*.

Sphenospora kevorkianii parasita várias espécies de orquídeas cultivadas e causam infecção sistêmica nas folhas destas plantas. Esta espécie é registrada parasitando os seguintes gêneros: *Catasetum*, *Cyrtopodium*, *Epidendrum*, *Natylia*, *Pabstiella*, *Prescottia*, *Sauroglossum*, *Spiranthes*, *Stanhopea*,

Stenorrhynchus, *Zygostates* (Pereira *et al.* 2002; Pereira & Barreto 2004; Hennen *et al.* 2005; Pereira & Silva 2009).

O site indexfungorum não registra nenhum sinônimo para esta espécie, por isso os sinônimos utilizados para a mesma, estão de acordo com Hennen *et al.* (2005).

Este é o primeiro registro de *S. kevorkianii* para a Amazônia Brasileira e o primeiro registro de *Polystcacha estrellensis* Rchb.f. como hospedeira de *S. kevorkianii*.

Além do espécime coletado durante o inventário, foi analisado também o espécime coletado por Dantas em 1945, identificado como *Uredo* sp., observando-se a presença de teliósporos no material permitindo a identificação de *S. kevorkianii*.

Distribuição geográfica: Neotropical. Brasil: Maranhão (Silva & Figueiredo 2006), Minas Gerais (Pereira *et al.* 2002; Pereira & Silva 2009), Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina (Hennen *et al.* 2005), e Pará.

Uredo philodendri Pardo-Card., *Caldasia* **25**(2): 289 (2003). **Fig 3 F**

Tipo: Sobre *Philodendron* sp., **Colombia: Antioquia:** Caldas, vereda La Clara, camino al alto de San Miguel, 1.800 m, 26 mar 2000, G. Mier & A. Franco, depositado em MMUNM, 1201. (??,II/?)

Uredínios anfigenos, predominantemente hipófilos, em manchas cloróticas, confluentes, dispersos, amarelo-claros, erumpentes, tardiamente expostos; urediniósporos, 17,5–31 x 17,5–21 µm, variáveis, amplamente elipsoides, subglobosos, parede de 1,5 – 2,5 µm, equinulada espinhosa, com equinulas de até 2,1 µm, mais densa e agrupadas no ápice, subhialina a amarelo-pálida, mais espessa no ápice até 3µm, poros germinativos obscuros; pedicelo hialino.

Espécimes estudados: **Brasil. Pará.** Belém, Parque Ecológico do Município de Belém “Gunnar Vingren”, sobre *Philodendron* (Araceae), 02/V/2013 L.T. Carmo; F.M. Brito 293 (MG).

Comentários: Esta espécie é caracterizada por urediniósporos de formato irregular, pela ornamentação da parede com equinulações espinhosas grandes e uniformemente dispostas.

Uredo philodendri é a primeira espécie de Pucciniales registrada no Brasil sobre o gênero *Philodendron* Schott. No Brasil, sobre a família Araceae ocorrem as espécies *Uredo anthurii* Har., sobre o gênero *Anthurium*; e *Uredo monsterae* Syd. sobre *Monstera*, ambas registradas na Amazônia (Hennen *et al.* 2005; Sotão *et al.* 2009). *Uredo philodendri* pode ser diferenciada de *U. anthurii* pelos esporos que apresentam morfologia variável, com ornamentação espinhosa mais densa e agrupada no ápice e pigmentação amarelada, enquanto que *U. anthurii* apresenta morfologia mais regular, obovoide a amplamente elipsoides, parede amarelo-pálida a marrom-canela, ornamentação forte e uniformemente equinulada (Yepes & Carvalho Jr. 2010), e poros germinativos obscuros ou 4, mais ou menos equatoriais (Hennen *et al.* 2005).

Distribuição geográfica: Esta espécie era somente reportada para a Colômbia (Pardo-Cardona 2003; Pardo-Cardona 2006), sendo este o primeiro registro para o Brasil, no estado do Pará.

Agradecimentos

Aos Laboratórios de Micologia do MPEG, da Universidade Federal do Pará (UFPA) e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e pela infraestrutura cedida na realização deste trabalho; aos Técnicos Luis Carlos Lobato e Mário Rosa do MPEG, pelas identificações botânicas e apoio nas coletas; A CAPES/PNADB e CNPq/Protax (processo n° 922-2010) pelo apoio financeiro recebido. A Priscila Medeiros pelas análises estatísticas. À Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará, Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belém, Embrapa Amazônia Oriental e ao Sr. Hirakata Ko gerente do Parque Ecológico de GUNMA, pela concessão das licenças de coleta e apoio durante a etapa de campo. A primeira autora agradece ao Curso de Mestrado em Botânica Tropical (Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/ MPEG), pelo apoio oferecido e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida.

Referências bibliográficas

- Albuquerque, F.C. 1971a. Relação das espécies de Uredinales coletados na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronômica 6**: 147-150.
- Albuquerque, F.C. 1971b. Descrição de cinco novas espécies de Uredinales da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronômica 6**: 139-143.
- Albuquerque, F.C.; Figueiredo, M.M. 1971. Descrição de uma nova espécie de Uredinales da Amazônia *Uromyces belemensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronômica 6**: 145-146.
- Almeida, A. S.; Vieira, I. C. G. 2010. Centro de Endemismo Belém: Status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários 36**(3): 95-111.
- Arthur, J. C. 1922. Uredinales Collected by Fred J. Seaver in Trinidad. **Mycologia 14**(1):12-24.
- Batista, A.C.; Falcão, R.G.S.; Peres, G.P.E.; Moura, N.R. 1966. Fungi Paraenses. **Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco**.
- Carvalho Jr, A.A.; Figueiredo, M.B.; Furtado, L.L.; Hennen, J.F. 2002. Micota uredinóloga da reserva florestal “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, Brasil: sobre Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Bignoniaceae e Boraginaceae. **Hoehnea 29**(1): 19-30.
- Carvalho Jr, A. A.; Sotão, H. M. P. 2010. Pucciniales. Pp. 210-240. In: Forzza, R. C. *et al.* (Orgs.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil 1**. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

- Carvalho Jr, A. A. 2014. *Pucciniales* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB25>>. Acesso em: 07 Fev. 2014.
- Cavalcante, P.B. 2010. Frutas comestíveis na Amazônia. 7ª Ed. Ver. Atual. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Cummins, G.B. 1937. Studies in the Uredinales of the Philippines. **Annales Mycologici** 35 (2): 98-105.
- Cummins, G. B. & Hiratsuka, Y. 1983. **Illustrated Genera of Rust Fungi**. Rev. ed. APS Press, St Paul, MN.
- Cummins, G. B. & Hiratsuka, Y. 2003. **Illustrated Genera of Rust Fungi**. 3 Ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Dianese, J.C; Santos, L.T.; Medeiros, R.B.; Sanches, M. 1994. *Mimema venturae* sp. nov. on *Delbergia miscolobium* in Brasil. **Mycological Research** 98:786-788.
- Dietel, P. Uredinaceae paraenses. 1909. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** 5: 262-267.
- Durrieu, G. 1979. Uredinales nouvelles de l'Himalaya. **Mycotaxon** 9(2):482-492
- Eboh, D.O.; Cummins, G.B. 1980. Species of *Sorataea* (Uredinales). **Mycologia** 72: 203-204.
- Eboh, D.O. 1984. A taxonomic survey of Nigerian Rust Fungi: Uredinales Nigerianesis. **Mycologia** 76(2): 179-376.
- Farr, D.F., Rossman, A.Y. **Fungal Databases**, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Acesso em 9 de Janeiro de 2014, (<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>)
- França, I.F.; Sotão, H.M.P. 2009. Novos registros de Ferrugens (Uredinales) sobre Fabaceae para o Brasil. **Acta botanica brasiliica** 23(3): 860-863.
- Ferreira, L.V.; Parolin, P.; Muñoz, S.H.; Chaves, P.P. 2012. O efeito da fragmentação e isolamento florestal das áreas verdes da Região Metropolitana de Belém. **Pesquisas botânica** 63: 357-367.
- Hennen, J.F.; Hennen, M.M.; Figueiredo, M.B. 1982. Índice das ferrugens (Uredinales) do Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo 49, p.1-201, suplemento.
- Hennen, J.F.; Figueiredo, M.B.; Carvalho Jr., A.A.; Hennen, P.G. 2005. **Catalogue of plant rust fungi (Uredinales) of Brazil**. 2005. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 20 junho 2013.
- Hennings, P. 1900. Fungi Paraenses I. **Hedwigia Beihefte** 39(3): 76-80.
- Hennings, P. 1902. Fungi Paraenses II. cl. Dr. J. Huber collecti. **Hedwigia Beihefte** 4: 15-18.
- Hennings, P. 1904. Fungi amazonici-I. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia** 43: 154-186.
- Hennings, P. 1905. Fungi amazonici-IV. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia** 44(2): 57-71.
- Hennings, P. 1908. Fungi Paraenses-III. **Hedwigia** 48 (1-2): 101-117.
- Holway, E.W.D. 1904. Mexican Uredineae. **Annales Mycologici** 2(5):391-394.
- Hernández, J.R., Hennen, J.F. 2003. Rust fungi causing galls, witches brooms, and other abnormal plant growths in northwestern Argentina. **Mycologia** 95(4): 728-755.

- Index Fungorum. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org>. Acesso em Jan. e Fev. 2014
- Kirk, P.M., Cannon, P.F.; David, J.C.; Stalpers, J. 2008. **Ainsworth & Bisby's dictionary of Fungi**. 10th Ed. Surrey: CABI Publishing.
- Mendes, M.A.S., SILVA, V.L., Dianese, J.C., Ferreira, M.A.S.V., Santos, C.E.N., Gomes Neto, E., Urben, A.F.; 1998. Castro, C. **Fungos em plantas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA.
- MycoBank. 2014. Disponível em: <http://www.mycobank.org>. Acesso em: Jan e Fev 2014.
- Pardo-Cardona, V.M. 2003. Nuevas especies y registros de Uredinales para Colombia y Sudamérica. **Caldasia** **25**(2): 283-296.
- Pardo-Cardona, V.M. 2006. Uredinales de plantas cultivadas de interés floral en Colombia. **Revista de la Facultad Nacional Agronomía de Medellín** **59**(1): 3335-3353.
- Pereira, O.L., Cavallazzi, J.R.P., Rollemberg, C.L.; Kasuya, M.C.M. 2002. *Sphenospora kevorkianii*, a rust fungus (Uredinales: Raveneliaceae) on the orchid *Pleurothallis mentigera*. **Brazilian Journal of Microbiology** **33**:155-156.
- Pereira, O. L.; Barreto, R. W. 2004. First report of *Sphenospora kevorkianii* (Raveneliaceae) on the orchid *Catasetum fimbriatum* in Brazil. **Plant Pathology** **53**: 256.
- Pereira, O. L.; Silva, M. 2009. Two new hosts *Epidendrum secundum* and *Epidendrum xanthinum*, for the orchid rust *Sphenospora kevorkianii* (Raveneliaceae) in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes** **4**: 62–63.
- Saccardo, P.A.; Sydow, P. 1902. **Sylloge Fungorum** **16** (1-8): 1-1291.
- Saccardo, P.A. 1925. **Sylloge Fungorum** **23**: 751.
- Silva, J.M.C., Rylands, A.B. Fonseca, G.A.B., 2005. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Conservation Biology** **19**(3): 689-694.
- Silva, G.S.; Figueiredo, M.B. 2006. *Catasetum maranhense*, um novo hospedeiro de *Sphenospora kevorkianii* (Uredinales). **Summa phytopathologica**. **32**(2): 197-197.
- Sotão, H.M.P.; Hennen, S.F., Rezende, D.V. 2007. *Puccinia caxiuanensis* sp. nov. de Uredinales em espécies de Burseraceae no Brasil. **Hoehnea** **34**(4): 493-495.
- Sotão, H.M.P.; Hennen, J. F.; França, I.; Freire, E.; Moura, M. F.; Martins-Jr, A.; Medeiros, P.S.; Silva, M.F.F.; 2009. Ferrugens (Uredinales-Basidiomycota) da Flona de Caxiuanã. Cap. V. Pp.371-381. In: Lisboa, P. L. (Org). **Caxiuanã**. Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Sydow, H. 1925. Rusts of British Guiana and Trinidad. **Mycologia** **17**(6): 255-262.
- Sydow, H. 1930a. Novae fungorum species - XX. **Annales Mycologici** **28** (5-6): 432-447
- Sydow, H. 1930b. Fungi Venezuelani. **Annales Mycologici** **28** (1-2): 29-224.
- Tozzi, A.M.G.A.; Silva, M.J. 2014. *Derris*. In **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB83039>>. Acesso em: 07 Fev. 2014.

Vieira, ICG., Toledo, PM. e Almeida, A., 2007. Análise das modificações da Paisagem da Região Bragantina, Pará, Integrando Diferentes Escalas de ritmo. **Ciência e Cultura** **59**: 27-30.

Yepes, M.S.; Carvalho Jr., A.A. 2010. **Ferrugens: diversidade de Uredinales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil**. Rio de Janeiro: Technical Books.

Legendas

Tabela 1. Comparação entre os teliósporos das espécies do gênero *Sorataea* que ocorrem sobre a família Fabaceae, com base em dados de literatura e em observações do espécime descrito de *S. albuquerquei* F.C. Albuq. ex L.T. Carmo & Brito.

Figura 1. *Sorataeae apeguiensis* F.C. Albuq. ex L.T. Carmo & Brito. A- Urediniósporos (U) e teliósporos (T); B- Paráfises; C- Urediniósporos (U) e paráfises (P) em MEV; D- Teliósporo em MEV. A-B em MO, barra=10µm. C-D em MEV, barra=15µm.

Figura 2. Novos registros de Pucciniales na Região Metropolitana de Belém. A-D: *Aecidium alibertiae* Arthur: A- eciósporos, foco médio; B- eciósporos, foco superficial; C- células peridiais, foco superficial, D- células peridiais, foco médio. *Aecidium cordiae* Henn. E-F: E- eciósporos, parede espessada no ápice (seta); F- células peridiais estriadas. A-F em MO, barra=10µm.

Figura 3. Novos registros de Pucciniales na Região Metropolitana de Belém. A-B *Puccinia commelinae* Holw.: A- urediniósporos, foco médio; B- urediniósporos, foco superficial. C- *Puccinia hyptis-mutabilis* Mayor, urediniósporos. D-E: *Sphenospora kevorkiani* Linder: D- teliósporos, E-urediniósporos. F-*Uredo philodendri* Pardo-Card, urediniósporos. A-L em MO, barra=10µm.

Apêndices

Tabela 1

Espécies	Coloração	Forma	Outras características	Medidas (µm)	Referências
<i>Sorataea apeguiensis</i> F.C. Albuquerque ex L.T. Carmo & Brito	Marrom-canela (Célula apical) sub-hialino a hialino (célula basal)	Oblongos a clavados	Ápice obtuso	30–55 x 12–15	
<i>Sorataea amiciae</i> Syd.	Hialinos	Oblongos	Constrito no septo	40–55 x 17–20	Sydow, 1930a
<i>Sorataea arayatensis</i> (Cummins) Eboh & Cummins	Hialinos	Oblongos, cilíndricos, cilíndrico-elipsoides	Sem poros diferenciados nas células	10–15 x 25–35	Cummins, 1937
<i>Sorataea baphiae</i> (Vienn.-Bourg.) Savile	Marrom-pálido	Elipsoides, estreitos cilíndricos, fusiformes	Protuberância irregular na região do poro germinativo	54,6–64,8 x 9,6–12	Eboh, 1984
<i>Sorataea periodica</i> (Racib.) Eboh & Cummins	Marrom-pálido	Ovalados	Ápices atenuados	40–45 x 20–24	Saccardo & Sydow, 1902
<i>Sorataea nephroidea</i> (Syd.) Eboh & Cummins	Marrom-pálido no ápice	Oblongos, cilíndrico, cilíndrico-elipsoides	Reto ou ligeiramente curvado, septo obliquo, constrito.	40–60 x 12–26	Sydow, 1930b
<i>Sorataea ostryoderridis</i> (Jørst.) Eboh & Cummins	Amarelo-amarronzado-claro	Elipsoides	Construção no septo	41,7–60 x 18,4–19,2 (24)µm	Eboh, 1984

Figura 1

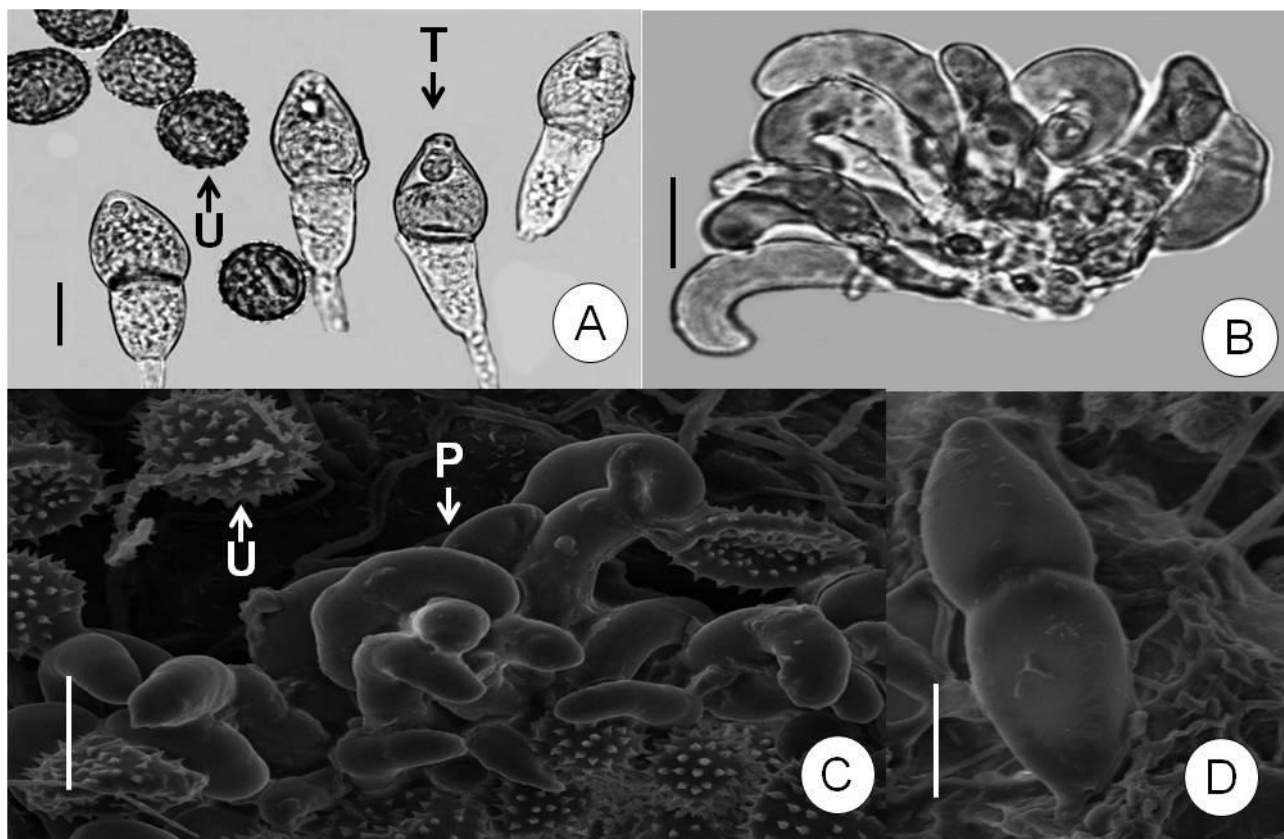


Figura 2

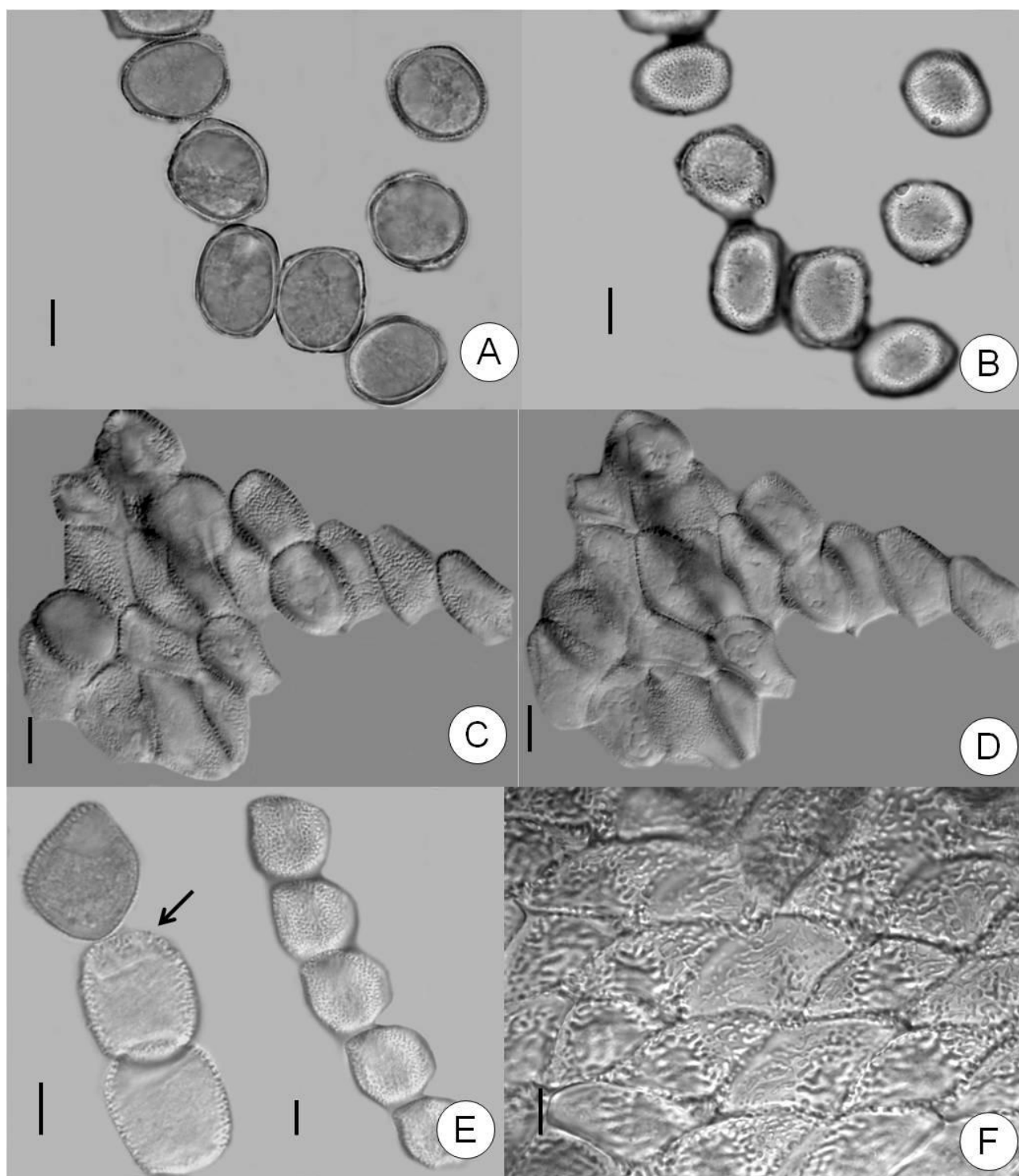
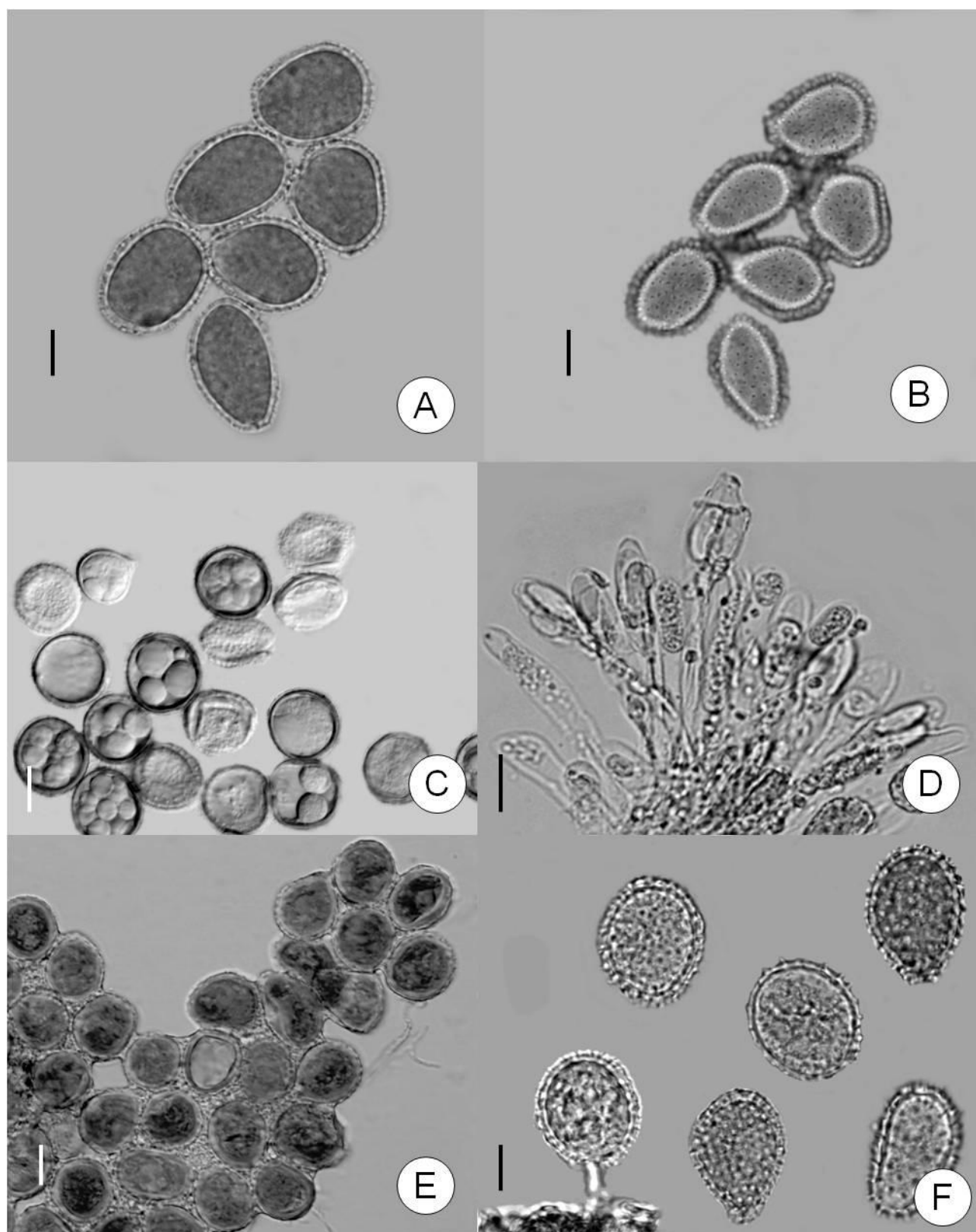


Figura 3



Capítulo 3

Riqueza e composição de Fungos Pucciniales da Região

Metropolitana de Belém, Pará, Brasil

(Artigo formatado segundo as normas da Revista Acta Amazonica)

3. Riqueza e composição de Fungos Pucciniales da Região Metropolitana de Belém, Pará, Brasil

Luana Teixeira do CARMO¹, Fabiano Melo de BRITO², Mônica Fecury MOURA³, e Helen Maria Pontes SOTÃO^{2,4}

1- Universidade Federal Rural da Amazônia, programa de pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica tropical. Avenida Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém, Pará, Brasil. luanatcarmo@gmail.com.

2- Universidade Federal Rural da Amazônia, curso de Agronomia, Avenida Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém, Pará, Brasil.

3- Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Botânica. Avenida Perimetral, 1901, Terra Firme, Caixa Postal 399, 66.040-170, Belém, Pará, Brasil. Telefone: +55(91) 32176067.

3- Embrapa Amazônia Oriental, Travessa Doutor Enéas Pinheiro, s/nº, caixa postal 48, 66095-100, Belém, Pará, Brasil. Telefone: (91) 3204-100.

4- Autor para contato: helen@museu-goeldi.br

Riqueza e composição de Fungos Pucciniales da Região Metropolitana de Belém, Pará, Brasil

Resumo

Os fungos Pucciniales são parasitas obrigatórios que causam ferrugens em plantas nativas e cultivadas. Na Região Metropolitana de Belém (RBM) até o presente momento, eram conhecidas cerca de 50 espécies de ferrugens. Este estudo teve por objetivo inventariar os fungos causadores de ferrugens em plantas da RBM, e ampliar o conhecimento sobre a riqueza e composição dos mesmos e de seus hospedeiros para o Centro de Endemismo Belém. As mostras analisadas por este estudo foram obtidas de revisão dos herbários MG e IAN, e de coletas na área de estudo, realizadas em Unidades de Conservação da RBM, no período de 2011 a 2013. Foram analisadas 378 amostras de plantas com sintomas de ferrugens, e identificadas 77 táxons de fungos Pucciniales, classificados em sete famílias e 20 gêneros, que parasitavam 69 gêneros de plantas hospedeiras. Entre as ferrugens inventariadas, 17 espécies são parasitas de plantas de interesse econômico. Para a avaliação da riqueza, foram considerados apenas os espécimes coletados durante o estudo (265 espécimes e 44 espécies). A curva do coletor não atingiu a assíntota, evidenciando a necessidade de ampliar as coletas na área. Foram estimadas riquezas entre 55 e 73 espécies para a área, e o estimador *Chao 1* foi o que mais se aproximou da riqueza observada. O presente estudo expande o conhecimento taxonômico sobre os fungos do Centro de Endemismo Belém, e ratifica a importância dos inventários em remanescentes florestais para a valorização da preservação das espécies, e criação de unidades de conservação nas áreas urbanas.

Palavras-chave: Ferrugens, Basidiomycota, Pucciniomycetes, Fitopatógenos, Centro de Endemismo Belém.

Richness and composition of Pucciniales fungi in the Metropolitan Region of Belém, Pará, Brazil

Abstract

The Pucciniales fungi are obligate parasites that cause plants rusts on native and cultivated hosts. In the Metropolitan Region of Belém (MRB) were known about fifty species of rusts fungi. This study had the objective survey the rust fungi in the MRB, and increase knowledge of the richness and composition of these fungi and their hosts for Endemism Center Belém. The samples analyzed in this study were obtained from review of herbaria IAN and MG, and collected in the study area, carried out in protected areas of the MRB in the 2011-2013 period. Were analyzed 378 samples of rusts fungi and identified 77 taxa of these fungi, classified in seven families and 20 genera, that parasitizing 69 genera of plants hosts. Among 17 species are rusts fungi that parasites plants of economic interest. For the evaluation of richness of Pucciniales fungi, we considered only the specimens collected during the study (265 specimens and 44 spp.) The collector curve has not reached the asymptote, which highlights the need to expand the collections in the area. Richness between 55 and 73 species were estimated for the area, and *Chao 1* estimator was the one closest to the observed richness in collections. This study expands the taxonomic knowledge of rust fungi of Endemism Center Belém, and confirms the importance of the inventories in forest remnants for valuing preservation of the species, and the creation of protected areas in urban areas.

Key words: Basidiomycota, Rusts fungi, Endemism Center Belém, Phytopathogen, Pucciniomycetes.

Introdução

Os fungos Pucciniales, também conhecidos como ferrugens de plantas, são organismos altamente especializados em relação aos seus hospedeiros, que apresentam complexos ciclos de vida, que podem envolver até seis tipos de esporos diferentes, morfológica e funcionalmente, ciclos estes, que ainda são pouco conhecidos. Nesta ordem estão classificados cerca de 7.798 espécies, porém é estimado um número entre 20.000 a 24.000 espécies para o grupo (Buriticá 2003).

O conhecimento atual da ocorrência dos fungos Pucciniales no Brasil aponta para uma riqueza de cerca de 750 espécies de ferrugens para o país, e entre estas, 201 são conhecidas para Amazônia (Hennen *et al* 2005; Carvalho Jr e Sotão 2010; Cavalho Jr 2014). Com base em levantamento bibliográfico, constatou-se a ocorrência de cerca de 50 espécies de ferrugens na cidade de Belém, parasitando 27 famílias botânicas, e sem registros de ferrugens para outras cidades da Região Metropolitana de Belém (RMB).

A Região Metropolitana de Belém (RMB), que abrange áreas dos municípios de Ananindeua, Marituba, Santa Bárbara, Benevides e Belém, no Estado do Pará (Ferreira *et al.* 2012), e apresenta vários fragmentos florestais resguardados em unidades de conservação, tanto públicas quanto particulares. De acordo com Amaral *et al.* (2009), a riqueza da flora desta região é de cerca de 759 espécies de plantas.

A RMB está inserida no Centro de Endemismo Belém, localizado no Bioma Amazônia, na zona fisiográfica do Leste do Pará e Oeste do Maranhão, em uma região conhecida como “arco do desmatamento”, que tem sido desde muito tempo, alvo de desmatamento para ocupação urbana e extração seletiva de madeira, que, consequentemente causa a perda de habitat, a degradação e fragmentação florestal

(Almeida e Vieira 2010). Várias regiões do Centro de Endemismo, incluindo a RMB, foram classificadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA 2007) como áreas de prioridade para a conservação e de extremamente alta importância biológica. É estimado que os inventários biológicos na Amazônia, elevem significativamente a posição do Brasil nas estatísticas sobre a biodiversidade, visto que grande parte desta ainda está por ser descoberta (Capobianco 2001).

Yepes e Cavalho Jr (2010a) assinalam que os estudos das últimas décadas, estão permitindo um incremento nas coleções de ferrugens do Brasil, permitindo assim a possibilidade de compreender melhor a biologia, ecologia e biogeografia deste importante grupo de fungos fitopatogênicos. Neste contexto, estudos sobre os fungos Pucciniales, parasitas de plantas nativas e cultivadas, são de grande importância e contribuem para o conhecimento da riqueza de espécies presentes neste importante Centro de Endemismo da Amazônia, podendo oferecer subsídios para a criação de programas de manejo das unidades de conservação da RMB.

Este estudo teve por objetivo inventariar os fungos causadores de ferrugens na RMB, e ampliar o conhecimento sobre a riqueza e composição destes fungos e seus hospedeiros para o Centro de Endemismo Belém.

Material e Métodos

Área de estudo

As coletas de amostras de Pucciniales foram realizadas em sete unidades de conservação (UC's) da RMB: no Parque Estadual do Utinga-PEUTi (01°25'22,3S/ 048°26'19,1"W), em Ananindeua e Belém, no Parque Ecológico do Município de Belém "Gunnar Vingren", (01°23'54.4"S/ 048°27'48.4W), no Bosque Rodrigues Alves/

Jardim Botânico da Amazônia (1°25'50" S/ 48°27'23"W), na Área de Pesquisas ecológicas do Guamá (Embrapa)-APEG (1°26'20"S/ 48°25'18"W), na Área de Proteção ambiental da ilha do Combu (1°29'51,2328"S/ 48°27'36,53"W), todas no município de Belém; na Reserva Ambiental da Pirelli (1°27'45,28"S/ 48°18'4,57"W), em Marituba; e no Parque Ecológico de GUNMA (1°12'14"S/ 48°17'39"W), em Santa Bárbara. Além de áreas urbanizadas, em jardins e praças de Belém e áreas da ilha de Cotijuba (01°13'27,3" S/ 48°32'03,2" W).

Coletas de dados

A partir de levantamento bibliográfico e de material depositado nas coleções de fungos dos herbários MG, do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e IAN, da Embrapa Amazônia Oriental, procedentes da RMB, foi possível montar a lista de espécies, realizando a atualização taxonômica. A metodologia de coletas e herborização das amostras de plantas parasitadas por ferrugens foram baseadas em Cummins & Hiratsuka (2003), Fidalgo e Bononi (1989) e França *et al.* (2009). As coletas foram realizadas nos anos de 2011 a 2013.

Identificação

A identificação dos espécimes de Pucciniales foi realizada a partir do estudo de caracteres morfológicos, em lâminas montadas em lactoglicerol para observação das microestruturas dos fungos (Sotão *et al.* 2007) e de literatura especializada, contendo a descrição dos táxons, tais como os trabalhos de Hennen *et al.* (2005), Yepes e Carvalho Jr. (2010b), França e Sotão (2009), Sotão *et al.* (2009; 2013), além de comparação com os espécimes depositados nos herbários acima citados. A identificação das plantas hospedeiras foi feita por botânicos e técnicos em botânica do MPEG. Os espécimes identificados foram depositados no herbário MG.

Para a classificação dos gêneros e famílias da ordem Pucciniales utilizou-se Cummins e Hiratsuka (2003). E os nomes aceitos das espécies estão de acordo com a Lista de espécies da Flora do Brasil (2014) e Indexfungorum (2014).

Análise de dados

Para o estudo da composição de espécies de ferrugens, foram utilizados todos os espécimes, tanto os coletados quanto os depositados nos herbários.

Para avaliar o esforço amostral das coletas, curvas de acumulação de espécies foram obtidas, através da função Mao Tau (Colwell *et al.* 2004), com intervalo de confiança de 95% utilizando o programa EstimateS 8.0 (Colwell 2006). Para a análise da riqueza de espécies da área, foram utilizados somente os dados obtidos das coletas de campo, excluindo as espécies procedentes dos herbários. A riqueza de espécies foi estimada através dos estimadores *Chao 1*, *Chao 2*, *Jackknife 1* e *Jackknife 2* com auxílio do programa EstimateS 8.0 (Colwell 2006).

A frequência relativa das espécies de ferrugens (*F*) foi calculada através da fórmula: $F = (n \times 100)/N$, em que *n* é o número de espécimes de uma espécie de ferrugem e *N* é o número total de espécimes encontrados, sendo consideradas as seguintes classes de frequência: $0,5 < F \leq 1,5\%$ - espécies raras, $1,5 < F \leq 5\%$ - espécies ocasionais, $5 < F \leq 10\%$ - espécies frequentes e $F > 10\%$ - espécies abundantes (Lindblad 2000; Schnittler e Stephenson 2000).

Resultados e discussão

A composição taxonômica encontrada para os fungos Pucciniales da RMB é de 77 táxons, com 76 espécies, sendo uma com duas variedades, classificadas em 18

gêneros teleomorfos com 59 espécies, e mais dois gêneros anamorfos: *Aecidium* e *Uredo*, com 17 espécies. (Tabela 1).

Os gêneros teleomorfos identificados foram classificados em sete famílias: Chaconiaceae (*Achrotelium*, *Chaconia*, *Maravalia* e *Olivea*), Coleosporiaceae (*Coleosporium*), Phakopsoraceae (*Cerotelium*, *Crossopsora*, *Phakopsora*, *Kweilingia* e *Phragmidiella*), Raveneliaceae (*Ravenelia* e *Sphenospora*), Uropyxidaceae (*Porotenus*, *Prospodium* e *Sorataea*), Pucciniaceae (*Puccinia* e *Uromyces*) e Pucciniosiraceae (*Pucciniosira*). Portanto, as famílias Phakopsoraceae (5), Chaconiaceae (4) e Uropyxidaceae (3) se destacaram com um maior número de gêneros identificados (Figura 1).

Dos 378 espécimes analisados, 265 foram de amostras coletadas para este estudo, correspondendo a 44 espécies e 14 gêneros identificados, e da amostragem proveniente do levantamento de herbários, das ferrugens coletadas na RMB, foram analisados 113 espécimes (63- MG e 50- IAN), classificados em 56 espécies e 19 gêneros.

Dos táxons depositados no herbário, 23 (29,87%) foram recoletados neste estudo, 21 (27,27%) foram apresentados exclusivamente nas coletas, e os 33 táxons (42,86%) restantes, não foram encontrados durante as coletas.

A família Pucciniaceae foi a mais representativa quanto ao número de táxons com 39% dos mesmos (30 táxons), e com 55,02% do número de espécimes estudados (n= 208), seguida de Phakopsoraceae com 16% (12 táxons) e com 9% dos espécimes analisados (n=34).

O gênero teleomórfico com maior riqueza foi *Puccinia*, apresentando 24 espécies, uma delas com duas variedades. *Puccinia* é o gênero mais rico em espécies na

ordem Pucciniales, que, segundo Cummins e Hiratsuka (2003), apresenta cerca de 3000 a 4000 espécies. Em outros levantamentos de fungos Pucciniales na Amazônia, realizados nos estados do Amapá e Pará, também apresentaram este gênero como o mais rico em espécies (França *et al.* 2010; Sotão *et al.* 2009). Os gêneros anamórficos *Aecidium* (6 spp.) e *Uredo* (11 spp.) também foram bem representados com 22% das espécies (Figura 1)

As amostras de herbário analisadas datam de períodos entre 1899 a 2006, procedentes principalmente do Bosque Rodrigues Alves, da APEG e do Parque do GUNMA; deste período até a data deste estudo, esta região sofreu com o desmatamento para ampliação da área urbana da cidade (Leão 2007; Almeida e Vieira 2010), portanto a grande perda de vegetação e de habitat para as plantas hospedeiras, pode justificar que quase 43% dos táxons não tenham sido recoletados.

O gênero *Achrotelium* é registrado pela primeira vez na RMB, entretanto, ele já havia sido encontrado anteriormente na Amazônia, nos estados do Pará e Amapá (Carvalho Jr e Sotão 2010). *Sorataea* sp. é uma nova espécie que será descrita a parte, junto com outros seis novos registros para o Brasil e Amazônia.

Nos resultados apresentados (Tabela 1), nas doze espécies indeterminadas estão incluídos além da nova espécie, os novos registros. Oito são novos registros para a RMB, entre os quais dois são novos para o Pará (*Coleosporium plumeriae* Pat. e *Olivea neotectonae* Buriticá & Salazar-Yepes (Racib.) Thirum).

Os táxons de Pucciniales listados para a área de estudo correspondem a 34% dos conhecidos para a Amazônia e 54% dos referidos para o Estado do Pará (Carvalho Jr e Sotão 2010; Sotão *et al.* 2013). Eles apresentam distribuição geográfica no Brasil em

duas ou mais regiões, e entre estes, 12 espécies têm distribuição conhecida somente para a região Amazônica.

A riqueza de espécies encontrada durante as coletas realizadas para este estudo (44 spp.), foi utilizada para se estimar a riqueza que poderia ser encontrada na área de estudo, e foi avaliada quanto à frequência relativa. Curvas de acumulação de espécies foram obtidas para avaliar o esforço amostral.

A curva de acumulação de espécies não atingiu a assíntota (Figura 2). Os estimadores de riqueza utilizados estimaram um número de espécies maior que o observado, com valores de até 73 espécies. O estimador que mais se aproximou da riqueza observada foi *Chao 1*, com estimativa de 55 espécies para a área (Figura 3). Estes dados indicam que o número de espécies poderia aumentar com a continuidade na amostragem.

Considerando a frequência relativa, observou-se que os fungos Pucciniales encontrados na RMB, apresentam um baixo número de espécies abundantes e um grande número de espécies raras. Nas amostras coletadas, 5% (2) das espécies foram abundantes, 9% (4) foram frequentes, 27% (12) foram ocasionais, e 59% (26) foram raras (Figura 4).

A porcentagem de espécies raras representadas por apenas um indivíduo foi de 25% (11). Este baixo número de espécies abundantes e o maior número de espécies raras, também foi relatado em estudos com outros grupos de fungos, realizados igualmente na região neotropical, como os Basidiomycota poróides (Nuñez 1996; Lindblad 2001; Yamashita *et al.* 2009), e com fungos conidiais (Polishook *et al.* 1996).

Somente *Puccinia arechavaletae* (n=39) e *Puccinia heliconiae* (n=32) foram consideradas abundantes na área, correspondendo a 27% (n=71) de todos os indivíduos

coletados, enquanto que *Puccinia bambusarum* (n=23), *Aecidium amazonense* (n=17), *Puccinia thaliae* (n=15) e *Coleosporium vernoniae* (n=14), foram consideradas frequentes, correspondendo a 26% (n=69) dos espécimes coletados. A classe de espécies raras correspondeu a 17% (26) dos indivíduos e na classe das espécies ocasionais estavam 30% (79) dos indivíduos. (Figura 4).

Entre as UC's inventariadas, a APEG, com 18 espécies, foi onde se registrou a maior riqueza, seguida de PEUTi, GUNMA e parque "Gunnar Vingren" com 14, 10 e 9 espécies respectivamente. As demais áreas de proteção amostradas apresentaram até cinco espécies. O PEUTi foi a UC melhor amostrada em dias de campo, principalmente pela facilidade de acesso e segurança, entretanto, o esforço amostral foi diferenciado entre as UC's, o que dificulta uma possível análise comparativa das mesmas.

A flora dos remanescentes florestais da RMB foi considerada por Amaral *et al.* (2009) com uma alta riqueza de espécies endêmicas, mas, Berndt (2012) argumenta que a riqueza de espécies de ferrugem não é impulsionada unicamente pela riqueza de espécies de plantas, mas sim pela composição da flora, em relação à porcentagem de famílias e gêneros de plantas hospedeiras de diferentes espécies de ferrugens.

Para as áreas de coleta fora de UC's, na ilha de Cotijuba foram registradas 10 espécies, e outras doze foram coletadas em áreas urbanizadas, como ruas, praças e jardins, e no entorno das unidades de conservação estudadas.

Uma limitação do método de coleta utilizado está relacionada às coletas em árvores altas, das quais não foi possível observar a copa, e, por isso, não foram examinadas as folhas que poderiam estar parasitadas por ferrugens. Isto pode ser exemplificado pela hospedeira *Lecythis lurida* (Miers) S.A.Mori (Lecythidaceae) descrita como uma árvore de até 35 m de altura (Mori *et al.* 2014), coletada na APEG

em 1965 (IAN 880) e descrita como tipo do anamorfo de *Cerotelium nuxae* Buriticá & J.F. Hennen, mas que não foi recoletada. É de se supor que a planta ainda fosse jovem e mais baixa na época da coleta.

As plantas hospedeiras registradas neste trabalho estão representadas por 69 gêneros e 34 famílias botânicas (Tabela 1).

As famílias de hospedeiros com maior número de ferrugens foram Bignoniaceae e Poaceae com sete espécies cada, seguidas por Cyperaceae (5), Fabaceae (5), Malpighiaceae (4) e Asteraceae (3).

Algumas destas famílias são reconhecidas em literatura entre as que apresentam maiores riquezas de ferrugens no Brasil, como citado por Yepes e Carvalho-Júnior (2013) em estudos no bioma Mata Atlântica, em que as famílias Asteraceae, Leguminosae (Fabaceae) e Poaceae, foram as que registraram o maior número de espécies de ferrugens, sendo estas três as famílias reconhecidas também como as mais ricas de hospedeiros em vários estudos nos diferentes continentes (Berndt 2012).

Para o Bioma Amazônia, Sotão *et al.* (2009) e França *et al.* (2010) citam estas famílias entre as melhores representadas no estudo para o Pará e Amapá respectivamente e incluem a família Bignoniaceae entre as com maior riqueza de ferrugem para a região.

As famílias que apresentaram o maior número de indivíduos coletados foram Poaceae (51), seguida por Sapindaceae (46), Heliconiaceae (34) e Asteraceae (31). Os gêneros com o maior número de indivíduos coletados foram *Serjania* (Sapindaceae) com 37 espécimes, seguidos por *Heliconia* (Heliconiaceae) com 34 espécimes, *Pariana* (Poaceae) com 23 espécimes.

O gênero *Allophylus* da família Sapindaceae, é registrado pela primeira vez como hospedeiro de *Puccinia arechavaletae* no Brasil.

Uma das características deste grupo de fungos é sua alta especificidade em relação aos seus hospedeiros (Cummins e Hiratsuka 2003).

Neste estudo esta relação foi observada principalmente na categoria de família (Tabela 1), e nenhuma espécie de planta hospedeira coletada foi parasitada por mais de uma espécie de ferrugem. Entretanto, a espécie *Puccinia thaliae* foi registrada ocorrendo em duas famílias: Cannaceae e Marantaceae. Estas duas famílias são incluídas na ordem Zingiberales, aceita como monofilética, e formam o clado Cannaceae+Marantaceae, ou seja, apresentam afinidades filogenéticas (Kress & Spech, 2005), o que pode justificar a relação da ferrugem com estas duas famílias.

Algumas espécies de ferrugens autoécias (que desenvolvem os estágios do ciclo de vida em um só hospedeiro) foram encontradas ocorrendo em vários gêneros e espécies de uma mesma família, como *Puccinia xantii* e *P. Psidii*, e espécies heteroécias (que desenvolvem estágios do seu ciclo de vida em plantas hospedeiras não relacionadas) (Cummins e Hiratsuka 2003; Hennen *et al.* 2005), também foram observadas, parasitando diferentes famílias de plantas, e produzindo fases diferentes do ciclo de vida em cada família, como *Puccinia scleriae*, que produz écios em plantas da família Passifloraceae, e uredínios e télios em plantas da família Cyperaceae.

Na espécie de hospedeira, *Handroanthus serratifolia* (A.H. Gentry) S. Grose (= *Tabebuia serratifolia* - ipê amarelo), parasitada pelos fungos *Prospodium tecomicola* (Speg.) H.S. Jacks. & Holw, causador de ferrugem, e por *Apiosphaeria guaranitica* (Speg.) Höhn. (Ascomycota), causador da doença conhecida como “crosta negra”, foi observada uma sucessão fúngica, marcada pela particularidade da planta, o fenômeno

caducifólio (queda foliar e renovação por folhas novas). As folhas novas, que começavam a surgir no mês de outubro, foram primeiramente atacadas por *A. guaranítica*, durante os meses de janeiro a março, e, no período de abril a setembro, eram então colonizadas pela ferrugem (uredínios e télios), que apresentou sua melhor esporulação no período seco, de agosto a setembro, e colonizou a planta até as folhas caírem novamente. Poltronieri *et al.* (2001), assinalam *A. guaranítica* e outras doenças ocorrendo no ipê no estado do Pará, mas, não relatam a ocorrência de ferrugem.

Fungos de interesse econômico

Algumas espécies de ferrugens (17 spp.) que parasitam plantas de interesse econômico, nas áreas da agricultura, florestal e ornamental, foram coletadas (Tabela 2). Segundo Albuquerque (1971) as espécies *Puccinia polysora* Underw., *Puccinia scleriae* (Pazschke) Arthur, *Puccinia psidii* Winter, *Prospodium tecomicola* (Speg.) H.S.Jacks. & Holw., *Crossopsora notata* (Arthur & J.R.Johnst.) Arthur e *Puccinia cucumeris* Henn. são ferrugens que podem concorrer para diminuir o vigor das plantas hospedeiras e, dependendo das condições, reduzir a produção.

A planta *Tectona grandis* Linn. F. (teca) hospedeira da ferrugem *Olivea neotectonae* Buriticá & Salazar-Yepes (Racib.) Thirum, é originária da Ásia e bastante utilizada para áreas de reflorestamento, é uma planta de madeira macia, durável e resistente, muito procurada no mercado mundial (Poltronieri *et al.* 2008; Bonaldo *et al.* 2011). No Brasil a ferrugem da teca, só foi relatada oficialmente por Bonaldo *et al.* (2011). A hospedeira *Plumeria* sp., parasitada por *Coleosporium plumeriae* Pat. & Har., é uma planta de origem da América Central, utilizada como ornamental (Hennen *et al.* 2005), e que neste estudo foi encontrada em jardins de casas e de instituições de ensino.

Provavelmente as ferrugens parasitas destas plantas ocorrem em todas as regiões as quais tenham a planta hospedeira.

Puccinia xanthii Schwein. (= *P. cnici-oleracei* Pers. ex Desm.) é uma ferrugem de interesse econômico para a região Amazônica, especialmente para o estado do Pará, pois é a causadora da “ferrugem do Jambu” (*Acmella oleraceae* (L.) R.K. Jansen), uma planta muito consumida em pratos típicos da culinária regional (Sotão *et al.* 2001), e atualmente usada para aromatizar bebidas alcoólicas na região, como cachaças e licores, também podendo ser utilizada na medicina popular para tratamento de dores de garganta, sendo considerada uma planta que apresenta alto potencial para comercialização em escalas nacional e mundial (Homma *et al.* 2011). Esta ferrugem parasita também, outros gêneros da família asteraceae (Carvalho Jr 2014), como *Emilia* e *Eleutheranthera*, como foi comprovado nestas plantas na RMB.

Conclusões

A riqueza de espécies de fungos Pucciniales avaliada para a RMB, foi menor do que a riqueza estimada, porém, o número de espécies listados neste trabalho, incluindo dados de coleta e de amostras depositadas nos herbários estudados, representa mais da metade das espécies registradas para o Estado do Pará.

A assembleia de fungos causadores de ferrugens na área de estudo é constituída por um grande número de espécies raras (59%), e esta riqueza, assim como a composição, são influenciadas bem mais pela disponibilidade de plantas potencialmente hospedeiras e pelo distanciamento entre os indivíduos, do que pela riqueza da flora local.

Nas florestas da RMB, ainda se pode encontrar novos registros de espécies, o que representou um incremento na riqueza de espécies do Brasil, da Amazônia e do Centro de Endemismo Belém.

O grande número de espécies depositadas em herbários e não recoletadas sugere que houve uma modificação na composição de hospedeiras na área de estudo.

Algumas espécies precisam ser novamente coletadas, principalmente táxons indeterminados e com apenas um estágio esporífero, para estudos morfológicos e moleculares mais detalhados a fim de identificar e validar taxonomicamente as espécies.

O presente estudo amplia o conhecimento da riqueza e composição dos fungos causadores de ferrugens da RMB.

As espécies raras, as com distribuição restrita a Amazônia e os novos registros apresentados, corroboram com a importância dos inventários em remanescentes florestais, que valorizam a preservação e a criação de unidades de conservação nas áreas urbanas.

Agradecimentos

Aos Laboratórios de Micologia do MPEG, da Universidade Federal do Pará (UFPA) e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e pela infraestrutura cedida na realização deste trabalho; aos Técnicos Luis Carlos Lobato, Elielson Rocha e Mário Rosa do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), pelas identificações botânicas e apoio nas coletas; A CAPES/PNADB e CNPq/Protax (processo nº 922-2010) pelo apoio financeiro recebido. A Priscila Medeiros pelas análises estatísticas. À Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará, Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belém, Embrapa Amazônia Oriental e ao Sr. Hirakata Ko gerente do Parque Ecológico de

GUNMA, pela concessão das licenças de coleta e apoio durante a etapa de campo. A primeira autora agradece ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical (Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/MPEG), pelo apoio oferecido e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida.

Bibliografia Citada

Almeida, A. S.; Vieira, I. C. G. 2010. Centro de Endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica.

Revista de Estudos Universitários. 36(3): 95-111.

Amaral, D.D.; Vieira, I.C.G.; Almeida, S.S.; Salomão, S.P.; Silva, A.S.L; Jardim,

M.A.G. 2009. *Checklist* da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi.** Ciências Naturais. 4(3): 231-289.

Berndt, R. 2012. Species richness, taxonomy and peculiarities of the neotropical rust fungi: are they more diverse in the Neotropics? **Biodiversidade e Conservação.** (21): 299-2322.

Bonaldo, S.M.; Barceli, A. C.; Trento, R.A.; Gasparotto F.; Taffarel, C. 2011. Relato oficial da ocorrência de *Olivea tectonea* em teca (*Tectona grandis*) no Brasil. **Summa Phytopathol.** 37(3): 153.

Buriticá P. 2003. Estado del conocimiento universal sobre el orden *Uredinales* (Fungi, royas). **Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín.** 56:1813-1838.

Carvalho Jr, A. A.; Sotão, H. M. P. 2010. Pucciniales in: Forzza, R. C. *et al.* (Orgs.).

Catálogo de plantas e fungos do Brasil 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson

Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 870 p.

Carvalho Jr., A. A. 2014. *Pucciniales* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB25>>. Acesso em: 07 Fev. 2014.

- Capobianco, J.P.R. 2001. In Capobianco, J.P.R.; Veríssimo, A.; Moreira, A.; Santos, I.; Pinto, L.P. **Biodiversidade na Amazônia Brasileira**, São Paulo: Estação Liberdade. vol.1, 544 p.
- Colwell, R.K. 2006. **EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples**.
- Colwell, M.A.; Millett, J.J.; Meyer, S.J.; Hurley, A.; Hoffmann, Z.; Nelson, C.; Wilson, S.E.; Mcallister, K.G.; Ross, R.R. 2004. Snowy plover breeding in coastal northern California. **MRB Reserch**.
- Cummins, G. B.; Hiratsuka, Y. 2003. **Illustrated Genera of Rust Fungi**. 3 Ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 1-225p.
- Ferreira, L.V.; Parolin, P.; Muñoz, S.H.; Chaves, P.P. 2012. O efeito da fragmentação e isolamento florestal das áreas verdes da Região Metropolitana de Belém. **Pesquisas Botânicas**.63: 357-367.
- Fidalgo, O.; Bononi, V. L. R. 1989. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica. 62 p.
- França, I.F.; Sotão, H.M.P. 2009. Novos registros de Ferrugens (Uredinales) sobre Fabaceae para o Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 23(3): 860-863.
- França, I.F.; Sotão, H.M.P.; Costa-Neto, S.V. 2010. Fungos causadores de ferrugens da Reserva Biológica do Lago do Piratuba, Amapá, Brasil. **Rodriguesia** 61(2), p. 211-221.
- Hennen, J.F.; Figueiredo, M.B.; Carvalho Jr, A.A.; Hennen, P.G. 2005. **Catalogue of plant rust fungi** (Uredinales) of Brazil. Disponível em: <<http://www.jbrj.gov.br>>.
- Acesso em: jan. 2014.

Homma, A.K.O.; Sanches, R.S.; Menezes, A.J.E.A.; Gusmão, S.A.L. 2011. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**. 6(12): 125-141.

Index Fungorum. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org>. Acesso em Jan. e Fev. 2014.

Kress, W.J.; Specht, C.D. 2005. Between Cancer and Capricorn: phylogeny, evolution and ecology of the primarily tropical Zingiberales. **Biol. Skr.** 55: 459–478.

Leão, N.; Alencar, C.; Veríssimo, A. **Belém Sustentável**. Imazon: Belém. p.140. 2007.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB25>>. Acesso em: 07 Fev. 2014.

Lindblad, I. 2001. Diversity of poroid and some corticoid wood-inhabiting fungi along the rainfall gradient in tropical forests, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**. 17:353-369.

Ministério do Meio Ambiente, MMA. 2007. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA n 9, de 23 de janeiro de 2007. (Série Biodiversidade, 31)

Mori, S.A.; Smith, N.P.; Cornejo, X.; Prance, G.T. **Lecythidaceae Pages**. Disponível: <http://sweetgum.nybg.org/lp/index.php>. Acesso: 04/02/2014.

Núñez, M.1996. Fructification of Polyporaceae s.l. (Basidiomycotina) along a gradient of altitude and humidity in the Guanacaste Conservation Area (Costa Rica). **Journal of Tropical Ecology** 12: 893-898.

Polishook, J.D.; Bills, G.F.; Lodge, D.J. 1996. Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. **Journal of Industrial Microbiology**. 17: 284-294.

- Poltronieri, L.S.; Trindade, D. R.; Albuquerque, F.C.; Costa, A.P.D. 2001. Constatação de doenças foliares do ipê-amarelo, no estado do Pará. **Embrapa - Comun. téc.** 53:1-3.
- Poltronieri, L.S.; Verzignassi, J.R.; Benchimol, R.L. 2008. *Tectona grandis*, nova hospedeira de *Rhizoctonia solani* no Pará. **Summa phytopathologica**. 34 (3): 291.
- Schnittler M e SL Stephenson. 2000. Biodiversidade de Myxomycetes em quatro tipos diferentes de floresta na Costa Rica. **Mycologia** 92:626-637.
- Sotão, H.M.P., Hennen, J.F; Cavalcante, M.A. 2001. Uredinales do Estado do Amapá: Gênero *Puccinia*. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica 17: 107-159.
- Sotão, H.M.P.; Hennen, S.F., Rezende, D.V. 2007. *Puccinia caxiuanensis* sp. nov. de Uredinales em espécies de Burseraceae no Brasil. **Hoehnea** 34(4): 493-495.
- Sotão, H.M.P.; Hennen, J. F.; França, I.; Freire, E.; Moura, M. F.; Martins-Jr, A.; Medeiros, P.S.; Silva, M.F.F.; 2009. Ferrugens (Uredinales-Basidiomycota) da Flona de Caxiuanã. In: Lisboa, P. L. (Org). **Caxiuanã**. Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi, Cap. V, 371-381p.
- Sotão, H.M.P.; Hennen, J. F.; Freire, E.; Mendonça, F.; Brito, F.; França, I.; Castro, C.; 2013. Novos Registros de fungos (Pucciniales) para a Floresta Nacional de Caxiuanã, Amazônia e Brasil. In: Lisboa, P. L. (Org). **Caxiuanã**. Paraíso ainda preservado. Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi, Cap. V, 367-374p.
- Yamashita, S.; Hattori, T.; Ohkubo, T.; Nakashizuka, T. 2009. Spatial distribution of the basidiocarps of aphyllorphoraceous fungi in a tropical rainforest on Borneo Island, Malaysia. **Mycological Research** 113: 1200-1207.

Yepes, M.S.; Carvalho Jr., A.A. 2010a. Novos registros de ferrugens (fungi, Uredinales) para o Brasil, coletados no Parque Nacional do Itatiaia. **Acta botânica brasílica**. 24(2): 378-385.

Yepes, M.S.; Carvalho Jr., A.A. 2010b. **Ferrugens: diversidade de Uredinales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil**. Rio de Janeiro: Technical Books. 201p.

Yepes, M.S.; Carvalho Jr., A.A. 2013. Uredinales (rust fungi) biota of the Parque Nacional do Itatiaia, Brazil: an analysis of composition, species diversity and altitudinal distribution. **Caldasia** 35(1):165-176.

Legendas

Figura 1. Representação do número de espécies e gêneros das famílias e fungos anamorfos da ordem Pucciniales identificados para a Região Metropolitana de Belém.

Figura 2. Curva de acumulação de espécies de fungos Pucciniales amostradas em quarenta dias de coletas (amostras) realizadas na Região Metropolitana de Belém.

Figura 3. Estimativas de riqueza nos 40 dias de coletas realizadas na Região Metropolitana de Belém.

Figura 4. Classes de frequência das espécies de Pucciniales coletadas na Região Metropolitana de Belém, representando número de espécies e número de indivíduos inventariados.

Apêndices

Tabela 1

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Annonaceae	<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	<i>Aecidium amazonense</i> Henn. ●	16	239	AP, AM e PA
	<i>Guatteria</i> sp.	<i>Aecidium guatteriae</i> Dietel	2	MG 20550	AM, MG PA e RJ
Acanthaceae	<i>Justicia pectoralis</i> Jacquin.	<i>Puccinia justiciae</i> Puttemans	1	IAN 975	PA, RJ e SP
Apocynaceae	<i>Fischeria</i> sp.	<i>Puccinia cynanchi</i> Berk. & Curt.	1	64	MG, MT, PA, PR, RS, RJ, SC e SP
	<i>Plumeria</i> sp.	<i>Coleosporium plumeriae</i> Pat. & Har. ♦	3	140	AP, AM, BA, CE, GO, MA, MG, PI, PE, RJ e SP.
	Indeterminada			203	
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	<i>Uredo anthurii</i> (Har.) Sacc. ♦♦	6	210	AP, PA, MG e SP
	<i>Monstera</i> sp.			283	
	<i>Philodendron</i> sp.	<i>Uredo</i> sp.1	7	293	PA
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i> sp.	<i>Uredo aristolochiae</i> F.C. Albuquerque ●	1	IAN 976	PA

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	<i>Coleosporium vernoniae</i> Berk. & Curt.	18	MG 20580/IAN 760	AP, CE, MA, MT, MG, PA, RJ, RS, SC e SP.
	<i>Acmella oleracea</i> (L.) R.K. Jansen			IAN 1233	
	<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch.Bip.			196	
	<i>Eleutheranthera</i> sp.	<i>Puccinia xanthii</i> Schwein.	14	197	AC, AM, AP, BA, CE, PA, MA, MG, MS, MT, PB, RJ, RS e RS
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson			280	
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight			281	
	<i>Emilia</i> sp.			IAN 754	
	<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	<i>Uromyces wulffiae-stenoglossae</i> Dietel	3	IAN 874	AP, AM, MG, PA, PB, RJ e SP
	<i>Tilesia</i> sp.			291	
	<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G.Lohmann	<i>Phragmidiella minuta</i> (Arthur) Buriticá & J.F. Hennen	1	IAN 856	BA, MG, PA, RJ e SC
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma neoflavidum</i> L.G.Lohmann	<i>Porotenus concavus</i> Viégas	1	IAN 1161	MG e PA
	<i>Adenocalymma schomburgkii</i> (DC.) L.G.Lohmann	<i>Porotenus memora</i> F.C.Albuq.	1	IAN 972	AM, MG, PA e SP
	<i>Adenocalymma</i> sp.	<i>Porotenus biporus</i> J.F. Hennen & Sotão	7	209	AP, DF, MA, MG e PA
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	<i>Prospodium tecomicola</i> (Speg.) H.S. Jacks. & Holw	9	IAN 1326/789/673	MG, PA, PR, RJ, SP, RS e SC
	<i>Handroanthus</i> sp.	<i>Prospodium</i> sp.	1	380	PA
	<i>Cydistia</i> sp.	<i>Phragmidiella bignoniacearum</i> (W.T.Dale) Buriticá & J.F.Hennen ●	1	21	PA

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	<i>Aecidium</i> sp1.	1	328	CE, MG, RJ e SC
Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	<i>Puccinia thaliae</i> Dietel	3	IAN 1077	AP, AM, CE, MA, MG, MS, PA, PB, PE, RJ, SP e RS
	<i>Canna glanca</i> L.			IAN 797	
Commelinaceae	<i>Commelina virginica</i> L.	<i>Phakopsora</i> sp.	1	IAN 1301	PA
	<i>Commelina affinis</i> L.	<i>Puccinia</i> sp1.	1	228	MG, RJ e SP
Convolvulaceae	<i>Merremia</i> sp.	<i>Coleosporium ipomoeae</i> Burrill	4	IAN 78	AP, MT, MG, PA, PI, RJ, RS e SP
Cucurbitaceae	<i>Cucumis anguria</i> L.	<i>Puccinia cucumeris</i> Henn.	1	IAN 812	AL, AP, CE, ES, MG, PE, PA, RJ, RN e SP
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	<i>Puccinia flavovirens</i> H.S. Jacks. & Holw. ♦♦	1	H2013-11	AP, PA e SP
	<i>Cyperus flavus</i> J. Presl & C. Presl	<i>Puccinia cyperi</i> Arthur	2	IAN 907	AL, CE, PA, PB, MG, RJ, RS e SP
Cyperaceae	<i>Scleria bracteata</i> Cav.	<i>Puccinia scleriae</i> (Pazschke) Arthur	6	347	MG, PA, RJ, SC e SP
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	<i>Uredo</i> sp2.	2	265	PA
	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	<i>Uredo</i> sp3.	3	225	PA
	<i>Cyperus</i> sp.	<i>Uredo cypericola</i> Henn.	1	20603	CE e PA
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	<i>Uromyces euphorbiae</i> Cooke & Peck	3	234	CE, MG, MS, PA, PB, RJ, SC e SP
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	<i>Phakopsora arthuriana</i> Buriticá & J.F. Hennen	4	237	AP, CE, MA, PA, PE e SP
	<i>Jatropha</i> sp.			IAN 816	
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	<i>Uromyces manihotis</i> Henn.	1	IAN 1322	CE, GO, MS, PA, PB, PE, RJ e SP

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	<i>Chaconia ingae</i> (Syd.) Cummins	1	IAN 1002	AM, AP, MG, PA, PB, RJ e SP
	<i>Clitoria</i> sp.			MG180350	
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	<i>Uromyces neurocarpi</i> Dietel	7	IAN 932	BA, MA, MS, MG, PA, RJ e SP
	<i>Arachis</i> sp.	<i>Puccinia arachidis</i> var. <i>arachidis</i> Speg.	1	152	AM, MG, MT, PA, PR, RJ, RS e SP
	<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers.	<i>Puccinia arachidis</i> var. <i>offuscata</i> (Arthur) Cummins	2	MG 180473	AM, MG, PA, RJ e SP
	<i>Deguelia scandens</i> Aubl.	<i>Sorataea</i> sp. nov.	1	IAN1145	PA
Gesneriaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp.	<i>Ravenelia bakeriana</i> Dietel	3	MG 20648/20604/20605	MA, MG e PA
	Indeterminada	<i>Puccinia gesneracearum</i> Dietel ●	1	MG20574	PA
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	<i>Cerotelium rectangulata</i> Buriticá & J.F. Hennen ●	1	IAN 872	AP e PA
	<i>Heliconia</i> sp.	<i>Puccinia heliconiae</i> Arthur	37	MG180242	AM, CE, PA, PB, RJ e SP
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	<i>Puccinia</i> sp2.	1	251	GO, MG, MS, MT, PA, RJ e SP
Lecythidaceae	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	<i>Cerotelium nuxae</i> Buriticá & J.F. Hennen ●	1	IAN 880	PA

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Malpighiaceae	<i>Byrsonima lancifolia</i> A.Juss.	<i>Crossopsora byrsonimatis</i> (P. Hennings) R.S. Peterson	3	MG 20547	AC, AM, GO, MA, PA e RJ
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	<i>Crossopsora notata</i> (Arthur & J.R. Johnst.) Arthur	1	IAN 704	DF, MG, MS, PA e SP
	<i>Stigmaphyllon</i> sp.	<i>Puccinia insueta</i> G. Winter	1	IAN 996	AP, MG, PA, RJ, AC e SP
	<i>Byrsonima</i> sp.	<i>Aecidium vinnulum</i> H.S. Jacks. & Holw.	9	MG180257	AP, GO, MG, PA e SP
	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth			97	
Malvaceae	<i>Gossypium</i> sp.	<i>Phakopsora gossypii</i> (Lagerh.) Hirats. f.	1	213	AP, BA, CE, ES, MA, MG, MT, PA, PE, RJ, RN, PR e SP
	<i>Triumfetta</i> sp.	<i>Pucciniosira pallidula</i> (Speg.) Lagerh.	1	IAN 1090	CE, MG, MT, PA, RJ, RS, SC, PA e SP
	<i>Ischnosiphon leucophaeus</i> (Poepp. & Endl.) Körn.			MG 20576	
Marantaceae	Indeterminada	<i>Puccinia thaliae</i> Dietel	21	117	AP, AM, CE, MA, MG, MS, PA, PB, PE, RJ, RS e SP
	<i>Ischnosiphon</i> sp.			MG180345	
	<i>Maranta</i> sp.			116	
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	<i>Cerotelium ficicola</i> Buriticá & J.F. Hennen	1	MG180246	AP, MT, MG, PA e SP
	<i>Ficus</i> sp.			MG 20640	
	<i>Ficus maxima</i> Mill.	<i>Phakopsora nishidana</i> Ito	5	378	CE, MG, PA, PE, RJ, PR, RS e SP
	<i>Ficus pertusa</i> L.f.			IAN 1298	

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.			346	
	<i>Myrcia</i> sp.			MG180261	
	<i>Myrcia atramentifera</i> Barb.Rodr.	<i>Puccinia psidii</i> G. Winter	6	80	CE, ES, GO, MG, PA, PE, PR, RJ, RS, SC e SP
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.			384	
Orchidaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.			IAN 1131	
	<i>Lophiaris lanceana</i> (Lindl.) Braem	<i>Uredo oncidii</i> Henn.	1	MG 20607	MG, PA e SP
	<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f.	<i>Sphenospora</i> sp.	2	231	MG, PA, RJ, SC e SP
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	<i>Puccinia scleriae</i> (Pazschke)	2	IAN 1300	
	<i>Passiflora acuminata</i> DC.	Arthur		347	MG, PA, RJ, SC e SP
	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl.	<i>Kweilingia divina</i> (H. Sydow) Buriticá	14	342	AM, MS, PA, PE, RJ e SP
	<i>Bambusa</i> sp.			IAN 122	
Poaceae	<i>Olyra</i> sp.	<i>Puccinia bambusarum</i> Arthur ●	28	MG180267	AP, AM e PA
	<i>Panicum</i> sp.	<i>Puccinia huberi</i> Henn. ●	1	MG180253	AP e PA
	<i>Pariana</i> sp.	<i>Puccinia bambusarum</i> (Henn.) Arthur ●		MG180249	AP, AM e PA
	<i>Pariana campestris</i> Aubl.			82	
	<i>Paspalum</i> sp.	<i>Uredo</i> sp4.	2	311	PA
	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br	<i>Uredo</i> sp5.	2	285	PA

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Poaceae	<i>Tripsacum australe</i> Cutler & E.S.Anderson	<i>Puccinia polysora</i> Underw.	2	IAN 860	BA, MG, PA, PR, RJ, RS e SP
	<i>Zea mays</i> L.			IAN 970	
	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	<i>Uromyces setariae-italicae</i> Yoshino	3	249	AP, AM, BA, MA, MG, PA, PB, PR, RJ, RS e SP
Rhanmanaceae	<i>Gouania cornifolia</i> Reissek			IAN 1044/1303	
	<i>Gouania pyrifolia</i> Reissek	<i>Puccinia paraensis</i> Dietel	5	MG 20579	AP, AM, BA, GO, MA, PA e RJ
	<i>Gouania</i> sp.			MG180268	
	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	<i>Aecidium</i> sp2.	4	241	PA
	<i>Borreria</i> sp.	<i>Puccinia lateritia</i> Berk. & MA Curtis	1	MG180228	CE, BA, MG, PA, PB, RJ e SP
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey	<i>Uredo borreriae</i> (Henn.) F. Kern & Whetzel	13	IAN 783/1070	AP, AM, CE, MG, PA, PB, RJ e SP
	<i>Palicourea</i> sp.	<i>Puccinia palicoureae</i> Mains.	6	MG180225	AP, DF, GO, PA, MS, MG, PA, PR e PA
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	<i>Aecidium posoqueriae</i> Dietel ●	1	MG 20549	PA
		<i>Puccinia fallax</i> Arthur	1	IAN 706	MG e PA
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	<i>Puccinia palicoureae</i> Mains.	–	332	AP, DF, GO, MG, MS, PA, PR e SP

Tabela 1. Espécies de fungos causadores de ferrugens inventariadas na Região Metropolitana de Belém. Dados sobre as famílias e espécies de hospedeiros, número total de espécimes estudados, material selecionado e distribuição geográfica no Brasil (Dados das amostras coletadas e provenientes dos herbários MG e IAN). ♦ Novo registro para o estado do Pará; ♦♦ Novo registro para a Região Metropolitana de Belém, ● Espécies com distribuição restrita a Amazônia.

Família	Espécies de hospedeiros	Espécies de ferrugens	Número total de espécimes	Material Selecionado	Distribuição no Brasil
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.			MG180264	
	<i>Serjania</i> sp.	<i>Puccinia arechavaletae</i> (Speg.) Arthur & H.S. Jacks.	47	MG180269	AP, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, RJ, SC e SP
	<i>Paullinia</i> sp.			IAN 1104	
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	<i>Maravalia lucumae</i> (Dietel) Y. Ono	1	MG 20596	MG, PA, RJ e SP
	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	<i>Achrotelium lucumae</i> (Arthur & J.R. Johnst.) Cummins ♦♦ ●	3	247	AP, AM e PA
	<i>Smilax</i> sp.	<i>Sphenospora smilacina</i> Syd. & P. Syd.	4	IAN 1094	AP, MG, PA, PB, RJ, SC e SP
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.		2	319	
	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	<i>Uredo</i> sp6.		315	PA
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	<i>Puccinia claviformis</i> Lagerh. ●	2	MG20581 IAN 213	AP e PA
	<i>Tectona grandis</i> L.f.	<i>Olivea neotectonae</i> Buriticá & Salazar-Yepes (Racib.) Thirum ♦	2	142	MA, MG, PA, SP e TO
Verbanaceae	<i>Tectona</i> sp.			H2013-18	
	<i>Vitex flavens</i> Kunth.	<i>Olivea viticis</i> Y. Ono & J.F. Hennen ●	1	MG20606	PA
34 Famílias	69 Espécies de hospedeiras	77 táxons de ferrugens	378 Espécimes		

Tabela 2

Tabela 2. Ferrugens de interesse econômico ocorrentes na RMB, com as espécies hospedeiras encontradas no estudo, nomes científicos e vulgar.

Ferrugem	Hospedeiras	Nome vulgar do hospedeiro
<i>Coleosporium plumeriae</i> Pat.	<i>Plumeria</i> sp.	Plumerias
<i>Crossopsora notata</i> (Arthur & J.R. Johnst.) Arthur	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Muruci
<i>Olivea neotectonae</i> Buriticá & Salazar-Yepes (Racib.) Thirum	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca
<i>Phakopsora arthuriana</i> Buriticá & Hennen	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Pião
<i>Phakopsora gossypii</i> (Lagerheim) N. Hiratsuka f.	<i>Gossypium</i> sp.	Algodão
<i>Phakopsora nishidana</i> Ito	<i>Ficus</i> sp.	Figueira
<i>Prospodium tecomicola</i> H. S. Jackson & Holway	<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Ipês
<i>Puccinia arachidis</i> var. <i>arachidis</i> Speg.	<i>Arachis</i> sp.	Gramamendoim
<i>Puccinia cucumeris</i> Henn.	<i>Cucumis anguria</i> L.	Maxixe
<i>Puccinia heliconiae</i> Arthur	<i>Heliconia</i> sp.	Heliconias
<i>Puccinia polysora</i> Underw.	<i>Zea mays</i> L.	Milho
<i>Puccinia psidii</i> Winter	<i>Myrcia</i> sp.	Eucalipto e Mirtaceas
<i>Puccinia scleriae</i> (Pazschke) Arthur	<i>Passiflora</i> spp.	Maracujá
<i>Puccinia thaliae</i> Dietel	<i>Canna indica</i> L. <i>Ischnosiphon leucophaeus</i> (Poepp. & Endl.) Körn.	Canas e calatéias
<i>Puccinia xanthii</i> Schwein.	<i>Acmella oleraceae</i> (L.) R.K. Jansen	Jambu
<i>Sphenospora</i> sp.	<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f.	Orquideas
<i>Uredo anthurii</i> (Har.) Sacc.	<i>Anthurium</i> sp.	Aráceas

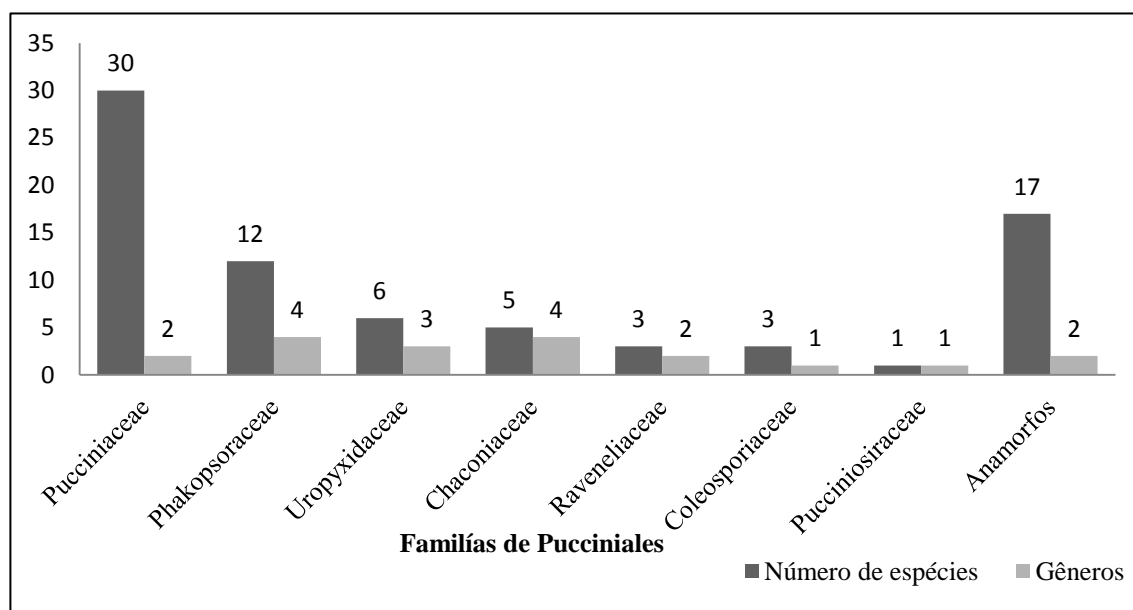
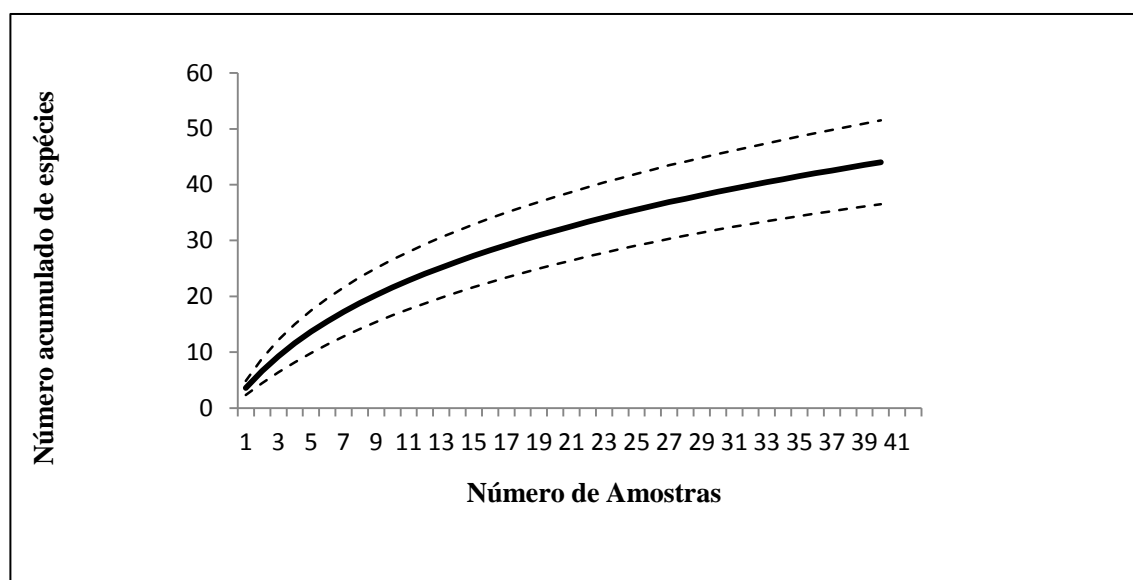
Figura 1**Figura 2**

Figura 3

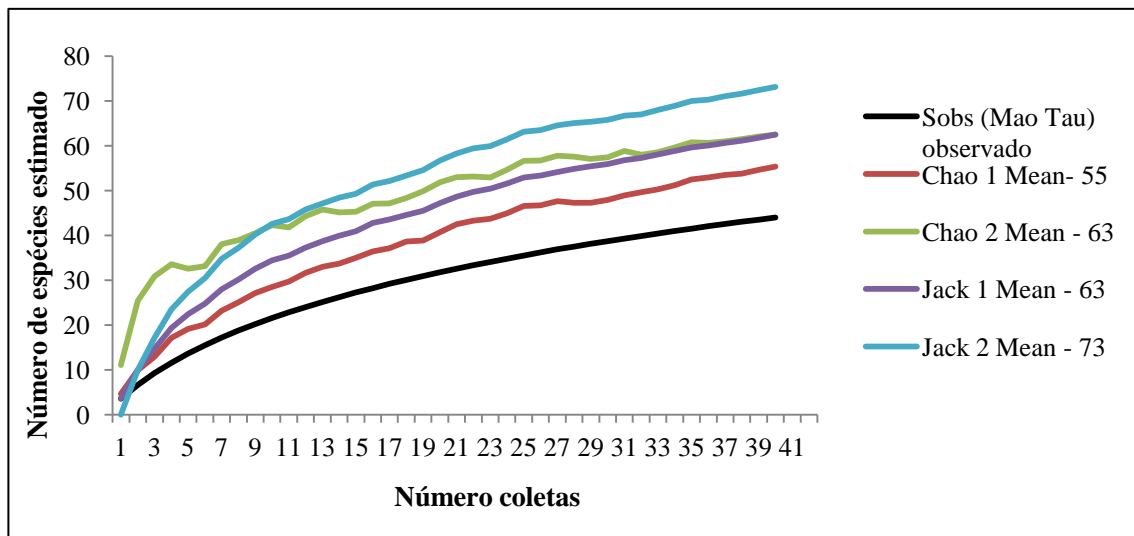
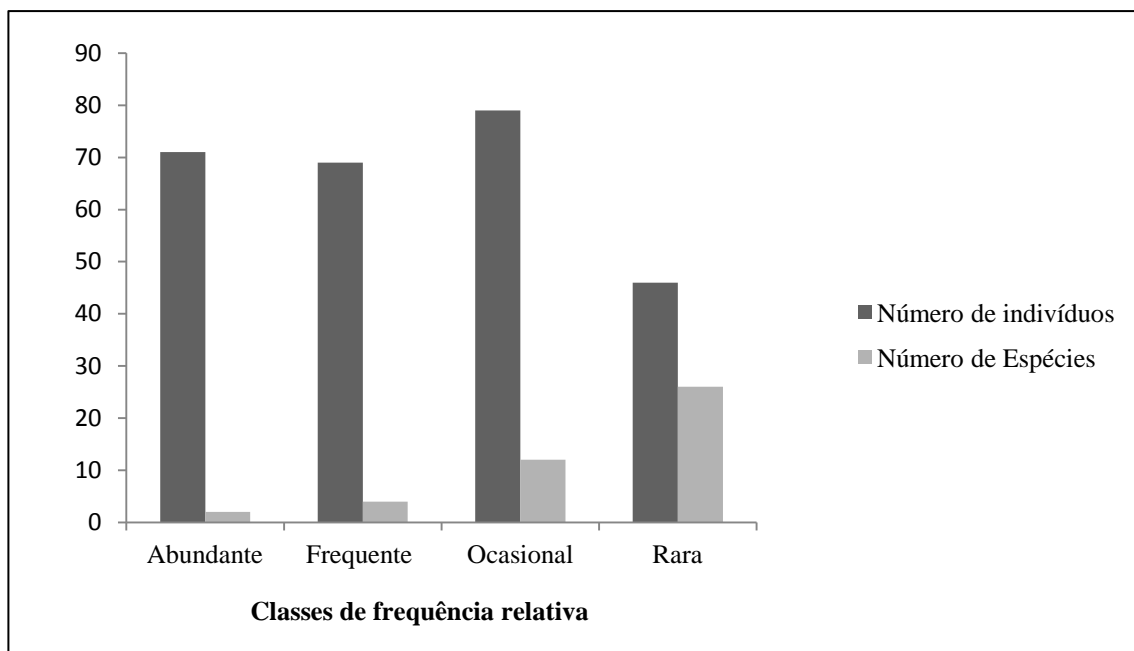


Figura 4



CONCLUSÕES GERAIS

O estudo realizado contribuiu com dados importantes sobre a riqueza e composição dos fungos Pucciniales na Região Metropolitana de Belém, ampliando o conhecimento deste grupo, com a nova espécie e com os novos registros para o Centro de Endemismo Belém, para o Estado do Pará, Amazônia e Brasil.

Nos fragmentos florestais da RMB estão registrados 54% das espécies conhecidas para o estado do Pará e 34% das referidas para Amazônia, entre estas espécies doze são consideradas endêmicas da Amazônia.

Mais da metade das espécies coletadas foram consideradas raras, fato que valoriza a importância da preservação e criação de unidades de conservação na RMB, para conservação da biodiversidade local.

A família Pucciniaceae foi a mais representativa quanto ao número de espécies e espécimes coletados, impulsionada pelo grande número de espécies classificadas no gênero *Puccinia*.

Nas famílias de plantas hospedeiras, Bignoniaceae, Poaceae, Fabaceae e Asteraceae foram registrados o maior número de espécies de fungos causadores de ferrugens na área de estudo.

Considerando o alto número de espécies das coleções de herbário que não foram recoletadas, os espécimes indeterminados, que a curva de acumulação de espécies não estabilizou e que os estimadores de riqueza de espécies apresentaram números superiores ao observado, é recomendado que se dê continuidade aos estudos taxonômicos e ecológicos nas UC's da RMB.

ANEXOS

REVISTA *ACTA BOTANICA BRASILICA*

NORMAS SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS - ARTIGOS

A *Acta Botanica Brasilica* (*Acta bot. bras.*) publica artigos originais e comunicações curtas. A convite do Corpo Editorial, pesquisadores seniores poderão publicar artigos de revisão sobre temas específicos. Todos os textos são publicados em língua inglesa.

A *Acta Botanica Brasilica* publica estudos que foquem nos diversos aspectos da biologia das Angiospermas, Gimnospermas, Pteridófitos, Briófitas, Algas e dos Fungos. Os artigos submetidos à *Acta bot.bras.* devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

Sumário do Processo de Submissão.

Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores no sistema online. O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação. Ao preencher os dados dos demais autores, o autor responsável pela submissão deverá colocar todos os dados de seus colegas – especialmente Instituição e email. Recomendamos que o autor da submissão mencione telefone (se possível celular) e um email não institucional para contato.

Figuras (fotografias, mapas, desenhos, gráficos, esquemas, etc.) e tabelas deverão ser organizadas em arquivos separadamente, os quais serão colocados também separadamente no sistema online.

Para submissão online pela primeira vez é necessário o cadastramento no sistema online, para que um “Logan” seja gerado com sua respectiva senha. Caso já seja cadastrado, mas tenha esquecido seus dados, clique em ‘Esqueceu sua senha’.

O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for **associado da Sociedade Botânica do Brasil, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação**, e desde que o número total de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite Máximo de 14 páginas. Para cada página excedente assim impressa, será um valor especificado anualmente. No caso de submissão de figuras coloridas, **as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não associados)**. Para solicitar informação da revista, sobre os valores vigentes no ano, escreva pelo e-mail acta@botanica.org.br.

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe PDF (Portable Document Format).

Publicação e processo de avaliação

Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na *Até Botânica Brasília*, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

Os manuscritos submetidos serão avaliados quanto a sua aderência as normas da revista, depois seguirem para um editor que será o responsável pela avaliação do mesmo. Esse editor, após sua análise, poderá recusar a publicação do manuscrito ou encaminhá-lo para apreciação de avaliadores *ad hoc* por ele selecionado, podendo ou não seguir as sugestões dos autores.

Preparando os arquivos

Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte **Times New Roman**, tamanho **12**, com espaçamento entre linhas **1,5** e **numeração contínua de linhas**, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. O arquivo referente a parte textual do manuscrito deverá estar em formato DOCX, DOC ou RTF (Microsoft Word). Não serão aceitos arquivos em formato Adobe PDF.

O documento principal **não deverá** incluir qualquer tipo de figura ou tabela. Estas deverão ser submetidas como arquivos separados nos **documentos suplementares**. O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas) poderá conter até 25 páginas impressas. Assim, recomendamos que os autores atentem para isso e vejam se todo o seu manuscrito está nesse limite de 25 laudas totais.

Os manuscritos poderão ser submetidos sob a forma de **artigo** ou de **nota científica**.

Para o caso de nota científica, queira ver as normas mais detalhadas mais à frente. Para **artigos** queira seguir as normas abaixo.

1. DOCUMENTO PRINCIPAL

1.1. O texto deverá ser apresentado de forma corrida, **sem quebra de página**, e deverá apresentar as partes citadas abaixo:

a) **Título** do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo, e nome da família quando for o caso.

b) **Nome (s) do (s) autor (es)** com iniciais em maiúsculos, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional – **não abreviar nenhum dos nomes. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos**, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não colocar no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações.

c) E-mail do autor para correspondência. Apenas **um autor** para contato deverá ser indicado, ele deverá sempre aquele ser o que submeteu o manuscrito.

d) **ABSTRACT**. O texto devera ser corrido, **sem** referencias bibliográficas, em um único parágrafo. Até **200 palavras**, não mais que isto, e devera conter as partes essenciais do manuscrito, especialmente os resultados e discussão.

e) **Key words**. Citar até **cinco (5) palavras-chave** a escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética. Não repetir palavras que já constem no título do manuscrito.

f) **Introdução**. O texto devera conter abordagem e contextualização do problema estudado; problemas científicos que levaram o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; e, ao final, os objetivos da pesquisa.

g) **Material e métodos**. O texto devera conter descrições breves, suficientes a repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** devera, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

h) **Resultados e discussão**. Dependendo da estrutura do trabalho, essas duas partes do texto poderão ser apresentadas em um mesmo item ou em itens separados. Tabelas e figuras (fotografias, mapas, desenhos, gráficos, esquemas, etc.), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. **Não** insira figuras ou tabelas diretamente no texto.

i) **Agradecimentos**. O texto devera ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

j) **Referências bibliográficas**. Se a referencia bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *ET al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997; 2002) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

Note que quando as citações ficam dentro dos parênteses **não há vírgula separando o autor do ano**. Na seção Referencias bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es). **Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito**.

Exemplos:

Artigos de revista

Delgado, S.M. & Souza, M.G.M. 2007. Diatomoflorula perifítica do rio Descoberto – DF e GO, Brasil, Naviculales (Bacillariophyceae): Diploneidinae e Sellaphorinae. **Acta Botanica Brasilica** 21(4): 767-776.

McCrea, K.D.; Abrahamson, W.G. & Weis, A.E. 1985. Goldenrod ball gall effects on *Solidago altissima*: 14C translocation and growth. **Ecology** 66(6): 1902-1907.

Pipoly, J.J. 1981. Contributions toward a monograph of *Cybianthus* (Myrsinaceae): I. subgenus *Iteoides* and the identity of *Conomorpha loretensis*. *Brittonia* 33: 493-497.

Livro

Erdtman, G. 1969. **Handbook of Palynology**. An introduction to the study of pollen grains and spores. New York, Hafner Publishing Co.

Marques, O.A.V. & Duleba, W. (Eds.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins Ambiente Físico, Flora e Fauna**. São Paulo, Editora Holos.

Schaffer, W.B. & Prochnow, M. 2002. **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília, APREMAVI.

Capítulo

Pangua, E. & Vega, B. 1996. Comparative study of gametophyte development in *Cosentinia* and *Anogramma* (Hemionitidaceae) and *Cheilanthes* (Sinopteridaceae). Pp. 497-508. In: Camus, J.M.; Gibby, M. & R. J. Johns (Eds.). **Pteridology in Perspective**. Kew, Royal Botanic Gardens.

Braak, C.J.F. 1995. Ordination. Pp. 91–173. In: Jongman, R.H.G.; ter Braak, C.J.F. & van Tongeren, O.F.R. (Eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge, Cambridge University Press.

Tryon, R.M. 1990. Pteridaceae. Pp. 230-256. In: Kramer, K.U. & Green, P.S. (Eds.). **The families and genera of vascular plants**. Pteridophytes and Gymnosperms, v. 1. Berlin, Springer.

Artigo de sites

Bungartz, F. 2001. **Analysis of lichen substances**. Disponível em: <http://ces.asu.edu/ASULichens/plb400/laboratory/chemistry/tlc.html>. Acessado em 15 out. 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 20 jan. 2009.

Raad, T.J. 2008. **Produtos derivados da produção de carvão vegetal: uma nova visão**. Disponível em <http://revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=254>. Acessado em 20 jan. 2009.

Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao Máximo

k) Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie). As legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com

respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas.

1.2. Normas gerais para todo o texto. Palavras em latim no título ou no texto, como *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.*, deverão estar grafadas em *itálico*. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*.

Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo, 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de percentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo). Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas.

Ex.: MG kg⁻¹, µmol m⁻² s⁻¹, mg L⁻¹. O Litro e em suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, µL. Quando vários números forem citados em sequência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas. Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo ao tipo de fonte das letras:

PAÍS. Estado: Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s)coletor(es) (sigla do Herbário). Exemplo:

BRASIL. São Paulo: Santo Andre, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*

Chaves de identificação deverão ser indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética. Exemplo:

1. Plantas terrestres
2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diam.
- 2. *S. orbicularis*
2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
- 4. *S. sagittalis*

1. Plantas aquáticas

3. Flores brancas 1. *S. albicans*

3. Flores vermelhas 3. *S. purpúrea*

O tratamento taxonômico no texto devesse reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

2. DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

2.1. Carta de submissão. Devesse ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da *Acta Botanica Brasilica*, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

2.2. Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (fotografias, mapas, desenhos, gráficos, esquemas, etc.) são consideradas como ‘figuras’.

Não envie figuras com legendas na base das mesmas.

As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal.

As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig.1, por exemplo). Imagens isoladas ou agrupadas deverão ocupar as seguintes dimensões máximas (largura x altura): 170 x 240 mm ou 85x240 mm. A largura devesse ser 170 ou 85 mm, não sendo admitidos outros valores. O comprimento poderá variar até o limite máximo acima descrito.

Como na editoração final dos trabalhos, o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) e de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura da figura devesse ter, no mínimo, **2000 pixels**. Para figuras para publicação em uma coluna (82 mm de largura), a largura mínima é **970 pixels**. **Assim figuras com larguras (em pixels) menores que 970 pixels não poderão ser publicadas. Portanto, se um autor, ao fazer a submissão de uma figura, desejar que a mesma seja publicada com largura de página, essa deverá ter largura mínima de 2000 pixels.**

Os números ou letras que identificam cada imagem devem ser necessariamente, inseridos dentro de círculos brancos (10 mm de diâmetro); estes círculos deverão ter moldura preta (0,2 mm de espessura)

e ficarão dispostos a 2 mm das margens, no canto inferior direito. Após inserir o caractere no centro do círculo, agrupe as imagens.

Figuras não relacionadas entre si, isoladas, serão identificadas com algarismos arábicos, sequencialmente, na ordem de chamada no texto (1, 2, 3 ... – fonte Arial, tamanho 18). Esta identificação será disposta como no caso anterior.

As imagens que compõem as figuras (pranchas) serão identificadas por letras, sequencialmente, na ordem de chamada no texto (A, B, C.. – fonte Arial, tamanho 18). O algarismo de identificação da prancha (Ex; prancha 2) não será inserido nela, sendo referido apenas na legenda e texto.

Os arquivos de imagens deverão ser salvos no formato TIFF, com resolução de, no mínimo, 300 dpi. Cada figura será ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração.

As barras de escala, quando necessárias, ficarão a 2 mm das margens, no canto inferior esquerdo. Cada barra terá 1,8 mm de espessura, sempre na cor branca ou preta, com bordas de 0,2 mm de cor oposta. O valor de cada barra de escala deverá ser referido no final da legenda, ou inserido acima da mesma no caso de a figura ter várias imagens com escalas diferentes. Nesse caso, deve-se usar caracteres na fonte Arial, tamanho 14, negrito. Os caracteres terão cor branca ou preta, com bordas de 0,1 mm na cor oposta. A escolha da cor ficará a critério dos autores, de modo a obter o maior destaque possível. A indicação de detalhes nas imagens será feita por meio de setas, letras (Arial, tamanho 14, negrito), ou símbolos, conforme a necessidade. Linhas indicativas deverão ter 0,25 mm de espessura, sem bordas e na cor branca ou preta. Os caracteres terão cor branca ou preta, com bordas de 0,1 mm na cor oposta. A escolha da cor ficará a critério dos autores, de modo a obter o maior destaque possível.

Nas imagens agrupadas deverão ser inseridas barras de separação, esta com 1 mm de espessura e na cor branca ou preta, sem moldura na barra.

Acesse prancha modelo com todos os caracteres e barras necessárias e veja modelos de pranchas em (link).

2.3. Tabelas. As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). **Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto.** As tabelas deverão ser sequencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas.

Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ('Tabela') do Microsoft Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por **não usar linhas pretas** para separar as linhas e colunas, estas são utilizadas apenas na linha título e na última linha da tabela. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas.

Quando a tabela for demais grande para ocupar mais que uma pagina, **não a divida em várias páginas**, deixa que a divisão seja feita pelo próprio programa de editoração da tabela.

Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo publico.

REVISTA ACTA AMAZONICA

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS

Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. Submissões que não estejam de acordo com as normas são devolvidas aos autores.

1. O tamanho máximo de um arquivo individual deve ser 2 MB.

2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão indicando que: a) os dados contidos no trabalho são originais e precisos; b) que todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo; c) a contribuição apresentada à Revista não foi previamente publicada e nem está em processo de publicação, no todo ou em parte em outro veículo de divulgação. A carta de submissão deve ser carregada no sistema da Acta Amazonica como "documento suplementar".

3. Os manuscritos são aceitos em português, espanhol e inglês, mas encorajam-se contribuições em inglês. A veracidade das informações contidas numa submissão é de responsabilidade exclusiva dos autores.

4. A extensão máxima para artigos e revisões é de 30 páginas (ou 7500 palavras, excluindo a folha de rosto), dez páginas (2500 palavras) para Notas Científicas e cinco páginas para outros tipos de contribuições.

5. Os manuscritos formatados conforme as Instruções aos Autores são enviados aos editores associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento são levados em consideração a relevância científica, a inteligibilidade do manuscrito e o escopo no contexto amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo da Revista ou de pouca relevância científica são rejeitadas. Manuscritos aprovados na pré-avaliação são enviados para revisores (pelo menos dois), especialistas de instituições diferentes daquelas dos autores, para uma análise mais detalhada.

6. Uma contribuição pode ser considerada para publicação, se tiver recebido pelo menos dois pareceres favoráveis no processo de avaliação. A aprovação dos manuscritos está fundamentada no conteúdo científico e na sua apresentação conforme as Normas da Revista.

7. Os manuscritos que necessitam correções são encaminhados aos autores para revisão. A versão corrigida deve ser encaminhada ao Editor, via sistema da Revista, no prazo de DUAS semanas. Uma carta de encaminhamento deve ser também carregada no sistema da Revista, detalhando as correções efetuadas. Nessa carta, recomendações não incorporadas ao manuscrito devem ser explicadas. Todo o processo de avaliação pode ser acompanhado no endereço, <http://mc04.manuscriptcentral.com/aa-scielo>.

8. Seguir estas instruções para preparar e carregar o manuscrito:

a. Folha de rosto (Title page): Esta página deve conter o título, nomes (com último sobrenome em maiúscula), endereços institucionais completos e endereços eletrônicos dos autores. Os nomes das instituições não devem ser abreviados. Usar um asterisco (*) para indicar o autor correspondente.

Carregar este arquivo selecionando a opção: "Title page"

b. Corpo do manuscrito (main document). O corpo do manuscrito deve ser organizado da seguinte forma: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos, Bibliografia Citada, Legendas de figuras e Tabelas. Para submissões em português ou espanhol incluir: título, resumo e palavras-chave em inglês.

Carregar este arquivo como "Main document".

c. Figuras. São limitadas a sete em artigos. Cada figura deve ser carregada em arquivo separado e estar em formato gráfico (JPG ou TIFF). Deve ser em alta qualidade e com resolução de 300 dpi. Para ilustrações em bitmap, utilizar 600 dpi.

Carregar cada um destes arquivos como "Figure".

d. Tabelas. São permitidas até cinco tabelas por artigo. Utilizar espaço simples e a função "tabela" para digitar a tabela. As tabelas podem ser carregadas como arquivos separados OU inseridas no corpo do manuscrito (main document) após as legendas das figuras.

9. As Notas Científicas são redigidas separando os tópicos (i.e. Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão) em parágrafos, mas sem incluir os títulos das seções. Notas Científicas, como no caso do artigo, também devem conter: Título, Nomes e endereços institucionais e eletrônicos dos autores, Resumo, Palavras-Chave e os tópicos do artigo completo incluindo título em inglês, abstract e keywords. São permitidas até três figuras e duas tabelas. Carregar as diferentes partes do manuscrito como descrito no Item 8.

10. Nomes dos autores e endereço institucional completo, incluindo endereço eletrônico DEVEM ser cadastrados no sistema da Revista no ato da submissão.

11. IMPORTANTE: Os manuscritos não formatados conforme as Normas da Revista NÃO são aceitos para publicação.

FORMATO E ESTILO

12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e.g. doc ou docx), utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas de forma contínua. Para tabelas ver Item 8d.

13. Título. Justificado à esquerda, com a primeira letra maiúscula. O título deve ser conciso evitando-se o uso de nomes científicos.

14. Resumo. Deve conter até 250 palavras (150 palavras no caso de Notas Científicas), deve conter de forma sucinta, o objetivo, a metodologia, os resultados e as conclusões enfatizando aspectos importantes do estudo. O resumo deve ser autossuficiente para a sua compreensão. Os nomes científicos

das espécies e demais termos em latim devem ser escritos em *itálico*. Siglas devem ser evitadas nesta seção; porém, se necessárias, o significado deve ser incluído. Não utilizar referências bibliográficas no resumo.

15. Palavras-chave. Devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode conter dois ou mais termos. Porém, não devem ser repetidas palavras utilizadas no título.

16. Introdução. Enfatizar o propósito do trabalho e fornecer, de forma sucinta, o estado do conhecimento sobre o tema em estudo. Especificar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Esta seção não deve exceder de 35 linhas. Não incluir resultados ou conclusões e não utilizar subtítulos na Introdução.

17. Material e Métodos. Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. O tipo de análise estatística aplicada aos dados deve ser descrita. Procedimentos-padrão devem ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação, entre parênteses). Por exemplo: "A fotossíntese foi determinada usando um sistema portátil de trocas gasosas (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, NE, USA)". Material testemunho (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito. NÃO utilizar sub-subtítulos nesta seção. Utilizar **negrito**, porém não *itálico* ou letras maiúsculas para os subtítulos.

18. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais (e.g. Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, IBAMA, CNTBio, INCRA/FUNAI, EIA/RIMA, outros) informar o número do protocolo e a data de aprovação. É responsabilidade dos autores o cumprimento da legislação específica relacionada a estes aspectos.

19. Resultados. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras. Algarismos devem estar separados de unidades. Por exemplo, 60 °C e NÃO 60° C, exceto para percentagem (e.g., 5% e NÃO 5 %). Utilizar unidades e símbolos do Sistema Internacional e simbologia exponencial. Por exemplo, cmol kg⁻¹ em vez de meq/100g. Não apresentar a mesma informação (dados) em tabelas e figuras simultaneamente. Não utilizar sub-subtítulos nesta seção.

20. Discussão. A discussão deve ter como alvo os resultados obtidos. Evitar mera especulação. Entretanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas referências relevantes devem ser incluídas. As conclusões devem conter uma interpretação sucinta dos resultados e uma mensagem final que destaque as implicações científicas do trabalho. As conclusões podem ser apresentadas como um tópico separado ou incluídas no final da seção Discussão.

21. Agradecimentos devem ser breves e concisos. **Incluir agência(s)** de fomento. NÃO abreviar nomes de instituições.

22. Bibliografia Citada. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos, evitando-se exceder 40 citações. Esta seção deve ser organizada em ordem alfabética e deve incluir apenas citações mencionadas no manuscrito. Para referências com mais de dez autores, relacionar os seis primeiros seguido de *et al.* Nesta seção, o título do periódico NÃO deve ser abreviado. Observar os exemplos abaixo:

a) Artigos de periódicos:

Walker, I. 2009. Omnivory and resource - sharing in nutrient - deficient Rio Negro waters: Stabilization of biodiversity? *Acta Amazonica*, 39: 617-626.

Alvarenga, L.D.P.; Lisboa, R.C.L. 2009. Contribuição para o conhecimento da taxonomia, ecologia e fitogeografia de briófitas da Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 39: 495-504.

b) Dissertações e teses:

Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

c) Livros:

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2da ed. McGraw-Hill, New York, 1980, 633p.

d) Capítulos de livros:

Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

e) Citação de fonte eletrônica:

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 (www.cptec.inpe.br/products/climanalise). Acesso em 19/05/1999.

f) Citações com mais de dez autores:

Tseng, Y.-H.; Kokkotou, E.; Schulz, T.J.; Huang, T.L.; Winnay, J.N.; Taniguchi, C.M.; *et al.* 2008. New role of bone morphogenetic protein 7 in brown adipogenesis and energy expenditure. *Nature*, 454:1000-1004.

23. Citações de referências no texto. As referências devem seguir ordem cronológica. Para duas ou mais referências do mesmo ano citar conforme a ordem alfabética. Exemplos:

a) Um autor:

Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

b) Dois autores:

Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

c) Três ou mais autores:

Rezende *et al.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):

Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):

Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001).

FIGURAS

24. Fotografias, desenhos e gráficos devem ser de alta resolução, em preto e branco com alto contraste, numerados sequencialmente em algarismos arábicos. NÃO usar tonalidades de cinza em gráficos de dispersão (linhas ou símbolos) ou gráficos de barra. Em gráfico de dispersão usar símbolos abertos ou sólidos (círculos, quadrados, triângulos, ou losangos) e linhas em preto (contínuas, pontilhadas ou tracejadas). Para gráfico de barra, usar barras pretas, bordas pretas, barras listradas ou pontilhadas. Na borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma linha de borda na área do gráfico. Em figuras compostas cada uma das imagens individuais deve ser identificada com uma letra maiúscula posicionada no canto superior direito, dentro da área de plotagem.

25. Evitar legendas desnecessárias na área de plotagem. Nos títulos dos eixos ou na área de plotagem NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt). Nos eixos usar marcas de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda da figura. Cada eixo do gráfico deve ter o seu título e a unidade. Evitar muitas subdivisões nos eixos (cinco a seis seriam suficientes). Em mapas incluir escala e pelo menos um ponto cardeal.

26. As figuras devem ser elaboradas de forma compatível com as dimensões da Revista, ou seja, largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página 17 cm e permitir espaço para a legenda. As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção para adequação ao espaço da Revista. Na figura, quando for o caso, a escala deve ser indicada por uma barra (horizontal) e, se necessário, referenciadas na legenda da figura. Por exemplo, barra = 1 mm.

27. Citação de figuras no texto. As figuras devem ser citadas com letra inicial maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Por exemplo: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por exemplo: "Figura 1. Análise...". Definir na legenda o significado de símbolos e siglas usados. Figuras devem ser autoexplicativas.

28. Figuras de outras autorias. Para figuras de outras autorias ou publicadas anteriormente, os autores devem informar explicitamente no manuscrito que a permissão para reprodução foi concedida. Carregar no sistema da Revista (não para revisão), como documento suplementar, o comprovante outorgado pelo detentor dos direitos autorais.

29. Adicionalmente às figuras inseridas no sistema em formato TIFF ou JPG, os gráficos preparados usando Excel ou SigmaPlot podem ser carregados como arquivos suplementares (selecione a opção Not for review).

30. Ilustrações coloridas. Fotografias e outras ilustrações devem ser preferencialmente em preto e branco. Ilustrações coloridas são aceitas, mas o custo de impressão é por conta dos autores. Sem custo para os autores, podem ser usadas ilustrações em preto e branco na versão impressa e coloridas na versão eletrônica. Nesse caso, isso deve ser informado na legenda da figura. Por exemplo, adicionando a sentença: "Esta figura é colorida na versão eletrônica". Esta última informação é para os leitores da versão impressa.

31. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores.

TABELAS

32. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente com algarismos arábicos. A numeração e o título (legenda) devem estar em posição superior à tabela. A tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas e dos símbolos utilizados na tabela (cabeçalhos, etc.) devem ser descritos no título. Usar linhas horizontais acima e abaixo da tabela e para separar o cabeçalho do corpo da tabela. Não usar linhas verticais.

33. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto (e.g. doc ou docx) e não devem ser inseridas no texto como imagem (e.g. no formato JPG).

34. A citação das tabelas no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis), por extenso, com a letra inicial maiúscula. Por exemplo: Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda, a tabela deve ser numerada seguida de ponto antes do título: Por exemplo: "Tabela 1. Análise...". Tabelas devem ser autoexplicativas.