

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL FERNANDO CASTELLI

**O GÊNERO *GRAPHIS* (ASCOMYCOTA LIQUENIZADOS, GRAPHIDACEAE) EM
CURITIBA, PARANÁ**

CURITIBA

2017

RAFAEL FERNANDO CASTELLI

**O GÊNERO *GRAPHIS* (ASCOMYCOTA LIQUENIZADOS, GRAPHIDACEAE) EM
CURITIBA, PARANÁ**

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas, Setor de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Sionara Eliasaro

CURITIBA

2017

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia à minha mãe, uma grande guerreira e meu exemplo de lealdade e integridade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por ter propiciado toda condição para que eu chegasse nesse ponto da minha vida. Especialmente aos meus pais Nelci e Jacir (*in memoriam*) que sempre colocaram a educação de seus filhos como prioridade. Sou imensamente grato e não tenho palavras para expressar esse sentimento.

Aos meus irmãos, por sempre me incentivarem e me apoiarem nessa caminhada, com todo o amor e disposição que se poderia esperar de partes de você em outros corpos.

Aos meus amigos, que ao longo dessa trajetória foram essenciais para manutenção da minha sanidade e alegria: Aline Nunes, Amanda Rodrigues, Andréia Alves, Daniel Pamplona, Emanuelle Pinheiro, João Barbosa, Luiza Rauen, Paloma Andrade, Rodrigo Ono, Sinval Hortelan e tantos outros, passageiros ou não, que fizeram sua contribuição para formação da pessoa que eu sou hoje.

Ao Felipe, por toda dedicação, paciência, lealdade e apoio, principalmente ao longo das coletas que foram realizadas para este trabalho.

A minha orientadora Sionara Eliasaro, por ter me acolhido e me dado todos os direcionamentos necessários para construção deste estudo, bem como todo o aprendizado ao longo deste ano de convivência e dos outros anos em sala de aula, sou imensamente grato.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para que a felicidade sempre estivesse presente nos meus dias, citados aqui ou não, agradeço do fundo do meu coração, este trabalho contém um pedacinho de muita gente.

RESUMO

Graphidaceae é uma das maiores famílias de fungos liquenizados e ocorre principalmente em ambientes tropicais. Possui mais de 2000 espécies distribuídas em 90 gêneros. *Graphis* é o maior gênero desta família, com mais de 300 espécies, caracterizando-se por possuir talos branco-acinzentados, presença de cristais de oxalato de cálcio, lirelas com lábios bem desenvolvidos, excípulo carbonizado, esporos hialinos e distribuição cosmopolita. Os trabalhos referentes a Graphidaceae no Brasil são escassos, com citações esporádicas feitas principalmente em estudos florísticos. Para o estado do Paraná, somente há citações para a planície costeira não havendo informações sobre esta família para outras regiões do estado. Este trabalho teve como objetivo avaliar quantas e quais espécies de *Graphis* ocorrem em Curitiba e contribuir para o conhecimento da liquenobiota deste centro urbano. As coletas foram realizadas entre agosto e outubro de 2017, sendo feitas nos parques: Barigui, Náutico e Passaúna e no campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR). As análises morfológicas foram realizadas com o auxílio de microscópio estereoscópio (20–50×) para visualização e medição de estruturas talinas e também com o uso do microscópio óptico (400-1000×). Foram feitas análises químicas utilizando teste de coloração, observação do talo sob lâmpada UV e cromatografia em camada delgada. Os exemplares identificados serão depositados no Herbário do Departamento de Botânica da UFPR (UPCB). Foram analisados 146 espécimes e dentre estes foram reconhecidas 46 espécies. As espécies mais comuns são: *Graphis cincta*, *G. leptocarta* e *G. lineola*. São citadas como novas para a América do Sul: *G. leptogramma* e *G. plumbea*, e para o Brasil: *G. gomezii*, *G. neoelongata*, *G. paralleloides* e *G. subhianscens*. Para o Paraná são registradas 15 espécies pela primeira vez.

Palavras chave: fungos liquenizados; líquens; lirelas.

ABSTRACT

Graphidaceae is one of the largest family of lichenized fungi and occurs mainly in tropical environments. There are more than 2000 species in 90 genera. *Graphis* is the larger genus in this family with more than 300 species, and is characterized by the white grey thallus, with calcium oxalate crystals, lirellae with well-developed labium, carbonized excipulum, hyaline ascospores and cosmopolitan distribution. The studies on Graphidaceae to Brazil are sparse, with sporadic citations in floristic studies. To the Parana state there are only two references for the coastal plain and there is no information about this family to other state regions. This work had as objective to evaluate how many and which species of *Graphis* occur in Curitiba and to contribute to the knowledge of the lichenobiota of this urban area. The collections were carried out between August and October 2017, being made in the parks: Barigui, Náutico and Passaúna and in the Campus Centro Politécnico of the Federal University of Paraná (UFPR). Morphological analyzes were carried out using a stereoscope microscope (20-50 x) for visualization and measurement of thalline structures and also using the optical microscope (400-1000x). Chemical constituents were identified by spot tests, under UV light and thin layer chromatography using C solvent system. The herborized and identified specimens shall be deposited in the Botanical Department Herbarium (UPCB – UFPR). A total of 146 specimens were analyzed and 46 species were recognized. The most common species are: *G. cincta*, *G. leptocarta* and *G. lineola*. Are cited as new to South America: *G. leptogramma* and *G. plumbea* and to Brazil *G. gomezii*, *G. neolongata*, *G. paralleloides* and *G. subhianscens*. 15 species are reported for the first time for Paraná

Keywords: lichenized fungus; lichens; lirellae.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: VARIAÇÕES NAS LIRELAS EM <i>GRAPHIS</i>	17
FIGURA 2: MAPA DE CURITIBA E PONTOS DE COLETA (MARCADOS EM MAGENTA).	20
FIGURA 3 – PARQUES AMOSTRADOS EM CURITIBA. A) PARQUE NÁUTICO; B) PARQUE PASSAÚNA.....	21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ESPÉCIES DE <i>GRAPHIS</i> OCORRENTES EM CURITIBA E LOCAIS DE COLETA.	25
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
1.1 LIQUENS	11
1.2 A FAMÍLIA GRAPHIDACEAE	12
1.3 O GÊNERO <i>GRAPHIS</i>	13
1.4 ESTUDOS DE GRAPHIDACEAE NO BRASIL	17
3. METODOLOGIA	19
3.1 ÁREA DE ESTUDO	19
3.2 COLETAS	19
3.3 HERBORIZAÇÃO E REVISÃO DE EXEMPLARES HERBORIZADOS	22
3.4 ANÁLISES MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS	22
3.5 ANÁLISES QUÍMICAS.....	22
3.6 IDENTIFICAÇÃO E ILUSTRAÇÃO	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
7. APÊNDICE 1	36

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Curitiba possui uma grande diversidade de líquens corticícolos em árvores e arbustos presentes nos parques, praças, bosques e mesmo na arborização urbana. No entanto poucos trabalhos registram esta diversidade. As únicas informações sobre a liquenobiota de Curitiba estão em Eliasaro e Donha (2003) e Eliasaro et al. (2009, 2012) que registram 91 espécies, em sua maioria foliosos e fruticosos e nenhuma espécie de *Graphis*.

Os líquens são sensíveis à poluição atmosférica, como não possuem estômatos ou cutícula, absorvem diretamente, por todo seu talo, água e os gases presentes na atmosfera. As substâncias tóxicas presentes no ar podem acumular no talo e ser deletérias para o fotobionte. Estudos liquenológicos em áreas urbanas são importantes pois os líquens são considerados bioindicadores ambientais (NASH, 2008).

A qualidade do ar interfere diretamente na qualidade de vida do ser humano e seus efeitos, por vezes, podem não ser tão visíveis, portanto, o uso de espécies bioindicadoras mais sensíveis a mudanças na atmosfera, para monitoramento da qualidade do ar são de grande importância para que possam ser geradas inferências ambientais, com trabalhos relevantes realizados nesta área, como Martins et al. (2008), Ramírez-Morán et al. (2016), Cohn-Berger & Quezada (2016), Santos et al. (2017), Almeida et al. (2017) entre outros.

Diante da ausência de informações para este gênero em Curitiba, bem como para o estado do Paraná, exceto a planície litorânea e dada a importância do conhecimento da diversidade liquênica em centros urbanos, este trabalho teve por objetivo a realização de um levantamento das espécies de *Graphis* ocorrentes na cidade de Curitiba, como contribuição para o enriquecimento do conhecimento da microbiota liquenizada em ambientes urbanos, além de subsídio para futuros estudos e pesquisas na área, incluindo os de biomonitoramento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 LIQUENS

Os líquens são um grupo biológico não sistemático, constituído da associação entre um fungo (micobionte) e uma alga e/ou cianobactéria (fotobionte) que pode ser encontrada nos mais diversos habitats terrestres, desde os trópicos até as regiões polares (PURVIS, 2000; NASH, 2008). Essa associação simbiótica varia em sua complexidade, podendo apresentar desde formas muito simples até estruturas anatômica e morfológicamente complexas, sendo separados de acordo com suas formas ou tipos e, entre estes, os principais são os crustosos, esquamulosos, foliosos, filamentosos e fruticosos. Aproximadamente 75% dos fungos liquenizados formam talos crustosos (KÄFFER et al., 2010).

Produzem em torno de 1.050 metabólitos secundários (MOLNÁR & FARKAS 2010). Grande parte destas substâncias demonstram atividade antimicótica e/ou antibiótica (ELIX & STOCKER-WÖRGÖTTER 2008; VIJAYAKUMARC et al., 2000). Além disso, muitos destes metabólitos apresentam efeitos alelopáticos que podem inibir o crescimento de outros líquens, musgos ou plantas vasculares que poderiam estabelecer-se na comunidade como competidores (LAWREY, 1993; GIORDANO et al., 1999; GONZÁLEZ, 2002).

São considerados bioindicadores ambientais. (NASH, 2008) e a realização de estudos liquenológicos em áreas urbanas se torna importante, pois o conhecimento da composição líquênica de determinada localidade é requisito fundamental para a realização de estudos mais aprofundados que considerem a frequência e a abundância de espécies e da comunidade em geral, a fim de gerar inferências ambientais (DONHA, 2003; HENDERSON, 2000; CARRERAS e PIGNATA, 2002).

Ademais, os líquens provêm abrigo e camuflagem para invertebrados, são utilizados na alimentação por ácaros, lesmas, caramujos, isopodas, dermápteros e algumas lagartas (NIMIS & SKERT, 2006). Talos líquênicos, que contém cianobactérias atuando como fotobiontes, contribuem significativamente na disponibilização de nitrogênio no ambiente, pela capacidade de fixação deste composto apresentada por esta associação (MAKAROV et al., 2011).

1.2 A FAMÍLIA GRAPHIDACEAE

Graphidaceae é a segunda maior família de fungos liquenizados, porém a mais importante em comunidades liquênicas de ambientes tropicais (RIVAS-PLATA et al., 2012). Líquens desta família representam os espécimes dominantes da micota em comunidades liquênicas crustosas tropicais, com ocorrência desde o nível do mar até aproximadamente 2.000 metros de altitude, figurando como a maior família nestes ambientes com aproximadamente 2.000 espécies no mundo todo (LÜCKING & RIVAS PLATA, 2008; LÜCKING et al., 2009; CÁCERES & LÜCKING, 2013).

A família distribui-se principalmente em regiões tropicais e subtropicais do globo sendo mais diversificadas em planícies de florestas ombrófilas. As Graphidaceae são comumente encontradas em cascas de árvores expostas ou sombreadas e cada gênero apresenta suas preferências com relação ao nicho ocupado (LÜCKING et al., 2011; PITAKPONG et al., 2016).

A família é caracterizada pelos talos crustosos, que podem ser contínuos, rimosos ou areolados, com ascoma alongado, denominado lirela, e por vezes carbonizado, contendo paráfises paralelas e ascósporos com células lenticulares que se coram em violeta ou avermelhado com solução de lugol (STAIGER et al., 2006). A coloração do córtex é variada, podendo ser branca, creme, cinza pálida ou até verde oliva e marrom escuro (WIRTH e HALE, 1978).

Por muito tempo os gêneros da família Graphidaceae foram circunscritos por caracteres como a morfologia do ascoma, a coloração e a septação dos ascósporos, e apenas quatro gêneros eram reconhecidos: *Graphis*, com esporos hialinos e transversalmente septados; *Graphina* com esporos hialinos e muriformes; *Phaeographis* com esporos marrons e septos transversais e *Phaeographina*, apresentando esporos marrons e muriformes (STAIGER et al., 2006). Wirth e Hale (1978) foram os primeiros autores a propor novas hipóteses para a evolução dos caracteres em Graphidaceae, porém, seus esquemas eram baseados apenas na ontogenia e características dos ascósporos, caracteres como a carbonização e estriação dos lábios foram considerados muito complexos e variáveis para serem usados a nível de gênero (STAIGER et al., 2006)

Uma avaliação das variações fenotípicas foi feita por Staiger (2002), numa aguçada revisão de todos os gêneros descritos até então para Graphidaceae.

Baseando-se em características morfológicas detalhadas e estudos químicos, Staiger (2002) desenvolveu uma nova classificação que passou a reconhecer 22 gêneros para Graphidaceae.

Rivas Plata et al. (2012) sugerem que para delimitação dos gêneros em Graphidaceae, características morfológicas mais complexas sejam observadas usando uma abordagem baseada em uma série de caracteres correlatos, como a estrutura do excípulo, o ascósporo, o tipo de estrutura talina e os compostos químicos secundários. Assim, os conceitos genéricos foram refinados, agrupando nessa família mais de 50 gêneros que são atualmente aceitos, aumentando significativamente o número de espécies reconhecidas para Graphidaceae (RIVAS PLATA et al., 2012).

De acordo com Lücking et al. (2009) a estrutura do excípulo, cor e reação ao iodo no esporo e a composição química dos exemplares foram propostas a fim de satisfazer de maneira mais clara a concepção dos gêneros em Graphidaceae. Esta concepção é amplamente aceita por muitos autores, como Nakanishi et al. (2003b); Archer (2005, 2006); Makhija & Adawadkar (2005a, b); Makhija et al. (2005a, b, 2006); Lücking et al. (2008, 2009); Lendemmer & Knudsen (2008) e utilizado em abordagens moleculares e filogenéticas.

Staiger, Kalb e Grub (2006) concluíram que a família é parafilética e Rivas Plata e Lumbsch (2011), através de estudos moleculares, propuseram uma filogenia mais bem resolvida para Graphidaceae, com a inclusão de Thelotremataceae e que suporta Graphidaceae como um grupo monofilético em todas as análises realizadas.

1.3 O GÊNERO *GRAPHIS*

O gênero *Graphis* é o maior dentro da família Graphidaceae, agrupando em torno de 300 espécies. Distinguem-se geralmente pelo talo branco acinzentado, com acumulação de cristais de oxalato de cálcio, lirelas com lábios bem desenvolvidos, carbonização excipular e esporos hialinos, sendo o único gênero de Graphidaceae com distribuição cosmopolita (LÜCKING e RIVAS-PLATA, 2008). As lirelas apresentam variações morfológicas (FIGURA 1), podendo ser imersas, erumpentes, proeminentes ou sésseis e apresentar diferenças quanto a forma (curtas a alongadas) e padrão de ramificação (pouco ou muito ramificadas). A carbonização do excípulo pode ser parcial ou total. O disco pode se mostrar exposto ou fechado.

No himênio podem ser encontradas gotículas de óleo, caracterizando o tipo de dispersão. Os metabólitos secundários principais são os ácidos norestíctico, estíctico e salazínico e protocetrárico (LÜCKING et al., 2009).

Tradicionalmente, as espécies deste gênero foram caracterizadas pela septação transversal nos esporos e ascósporos hialinos, concentrando sua delimitação de maneira grosseira na morfologia do excípulo, no número de septos do esporo, o tamanho do ascósporo e também nos compostos químicos secundários (LÜCKING et al., 2009).

A fim de esclarecer a taxonomia do gênero, Lücking et al. (2009) revisaram durante os últimos anos numerosas coleções alocadas em várias partes dos trópicos, compilando uma chave preliminar geral para as espécies de *Graphis sensu* Staiger (2002). Esta chave baseia-se nos estudos de revisão realizado por Lücking e colaboradores e utiliza caracteres morfológicos, anatômicos e químicos para a delimitação das espécies (LÜCKING et al., 2009).

Para o gênero *Graphis*, de acordo com Lücking et al. (2009), algumas características importantes na identificação das espécies são apresentadas abaixo:

- Coloração do talo: a maioria das espécies apresenta coloração branco acinzentada devido a presença de cristais de oxalato de cálcio dentro e acima do fotobionte, porém alguns táxons podem apresentar talo esverdeado pela posição dos cristais ser abaixo da camada do fotobionte ou ainda apresentarem coloração amarelo pálida devido a concentração de compostos químicos como os ácidos estíctico e norestictico.
- Córtex: espécies com o talo corticado possuem superfície compacta e brilhante, enquanto espécies ecorticadas tem aparência fosca, rústica ou farinhosa. Quando presente, o córtex apresenta-se como uma camada fina, hialina e distinta de hifas agrupadas paralelamente.
- Imersão das lirelas: as lirelas podem ser classificadas em quatro tipos (FIGURA 1). 1) imersa: quando a parte superior do himênio se encontra no mesmo nível ou abaixo da superfície talina, com o lábio alinhado ou ligeiramente emergente. 2) erumpente: a superfície do himênio se dispõe acima e a parte inferior abaixo do nível do talo com margens ligeiramente

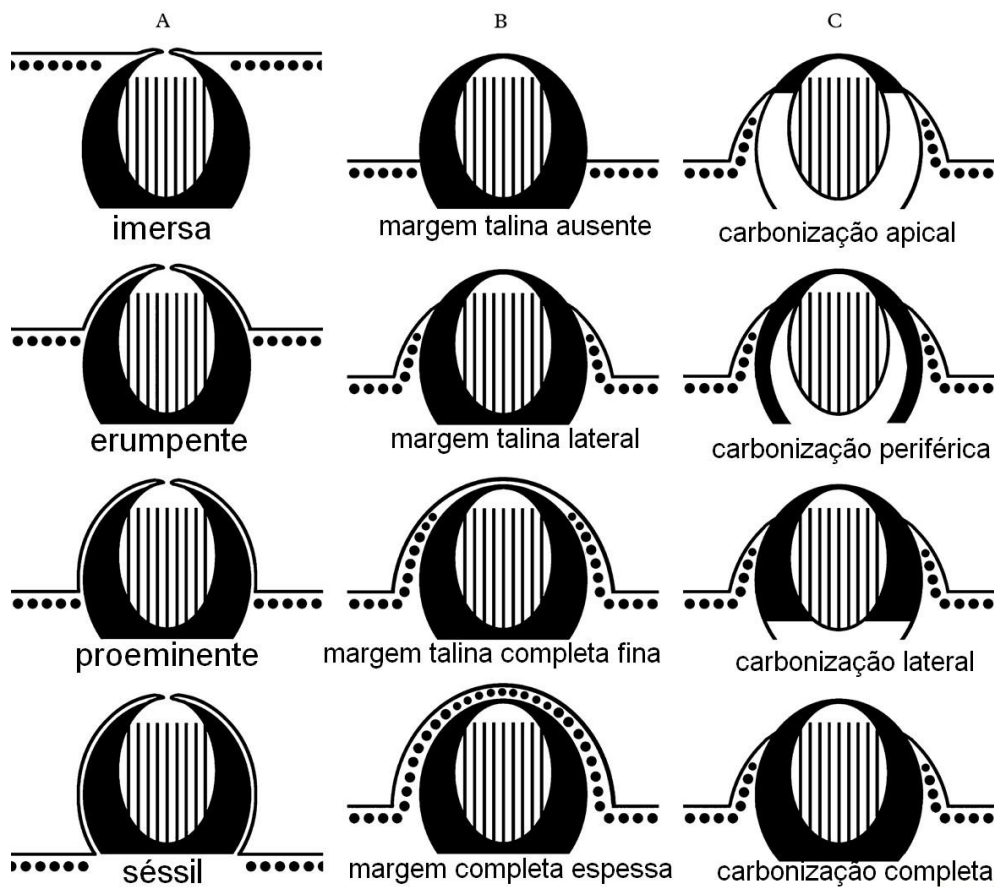
inclinadas. 3) proeminente: himênio completamente acima da superfície talina com margens íngremes. 4) séssil: lirela basalmente comprimida.

- Margem talina: os lábios são usualmente pretos, mas em algumas espécies são cobertos pela margem talina, o que pode deixar apenas uma parte do lábio exposto ou cobri-lo totalmente. A margem talina é ausente quando a lirela se apresenta de forma erumpente a séssil. Lirelas imersas apresentam, no mínimo, margem talina lateral. A margem talina é considerada basal quando ela cobre menos da metade da altura da lirela em relação ao talo, deixando a parte superior do lábio exposta. Ainda, algumas espécies apresentam uma margem talina fina e incompleta. A margem talina pode variar dentro de uma mesma espécie, de acordo com a idade da lirela, ou seja, lirelas mais jovens, mesmo aquelas sem margem talina, podem aparecer inicialmente como fissuras no talo, aparentemente cobertas pela margem talina.
- Comprimento e ramificação da lirela: seis diferentes formas de lirelas foram identificadas: 1) arredondada e não ramificada; 2) muito curta e não ramificada; 3) curta e escassamente ramificada; 4) alongada e irregularmente ramificada; 5) muito longa e radialmente ramificada; 6) curta e com ramificação estrelada. Variações podem ocorrer de acordo com o estágio de desenvolvimento das lirelas.
- Exposição do disco: o disco pode estar fechado ou mais ou menos exposto.
- Pruinosidade do lábio e do disco: muitas espécies exibem um material composto em parte por cristais de oxalato de cálcio e hifas mortas denominado pruína em seus discos ou lábios. Estriação do lábio: esta é uma característica que parece estar relacionada com a formação de novos himênios na mesma lirela e este caracter aparece no lábio da lirela. O lábio estriado ou inteiro, parece representar diferentes estágios de desenvolvimento de uma mesma espécie, porém para algumas não foram encontradas lirelas com o lábio estriado em nenhum estágio, indicando que estas podem não desenvolver novos himênios e conseqüentemente novos ascósporos. Também existem táxons para os quais nunca foram observados lábios inteiros, sem estrias;

- Carbonização do excípulo: a carbonização segue o padrão de um excípulo completamente a lateralmente carbonizado (FIGURA 1). A carbonização do excípulo pode ser observada através de cortes transversais feitos a mão livre e observação ao microscópio óptico.
- Inspersão do himênio: dois tipos de inspersione ocorrem dentro do gênero. A inspersione do himênio se caracteriza pela presença de gotas de óleo espalhadas sobre as paráfises, quando o himênio é considerado inspersione. Em algumas espécies essas gotas podem ser grandes e irregulares, obstruindo a visão dos ascósporos, mas podem ser facilmente dissolvidas em solução de KOH.
- Ascósporos: os ascósporos são hialinos e se coram de azul a violeta quando em reação com lugol, algumas espécies apresentam variações e a coloração deste pode aparecer em tom de verde amarronzado. Os ascósporos podem ter septação transversal, regularmente muriformes ou muriformes nas extremidades. O número de ascósporos por asco é variável podendo ocorrer um único por asco ou de dois a oito. O tamanho do ascósporo também é uma característica essencial para identificação de espécies e este deve ser medido em vários ascósporos maduros. O tamanho dos ascósporos pode ser dividido em: muito pequeno, quando a variação de tamanho é de 15-25 μm , pequenos que variam entre 25-45 μm , médios de 45-80 μm , grandes com ascósporos de 80-150 μm ou muito grandes, quando o tamanho dos ascósporos possui de 150-300 μm .

- Metabólitos secundários: a maioria das espécies não apresenta compostos secundários, porém alguns grupos assemelhados a *G. scripta* comumente apresentam química simples com os ácidos norestictico ou estético. Ácido salazínico ou protocetrárico são relativamente raros e em algumas espécies podem ser encontradas a combinação de até três destes compostos químicos. A liquexantona é encontrada apenas em poucos táxons.

FIGURA 1 - VARIAÇÕES NAS LIRELAS EM *GRAPHIS*.



Fonte: Adaptado de Lücking (2009)

1.4 ESTUDOS DE GRAPHIDACEAE NO BRASIL

Os trabalhos referentes à Graphidaceae para o Brasil são escassos, sendo os primeiros registros feitos por Martius (1827) e Eschweiler (1833) para os estados do Pará e Bahia, além de trabalhos para o Rio de Janeiro por Krempelhuber (1876) e Vainio (1890) para os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. O principal trabalho

sobre Graphidaceae para o Brasil foi realizado por Redinger (1933a, 1933b, 1935). Staiger (2002) citou *Graphis vestitoides* (Fink) Staiger para a cidade de Guaíra, extremo oeste do Paraná. Citações esporádicas são feitas em estudos florísticos realizados em diferentes localidades do Brasil, como Marcelli (1990), Käffer et al. (2010, 2013), Menezes et al. (2011), Cáceres et al. (2008), Cáceres & Lücking (2013), Cáceres et al. (2014), Leite et al. (2015).

Os únicos trabalhos específicos publicados para esta família no Paraná foram feitos a partir das dissertações de Dal-Forno (2009) e de Feuerstein (2014) realizadas em Pontal do Sul e na Ilha do Mel respectivamente. Dal-Forno e Eliasaro (2009, 2010a, 2010b) descreveram oito novas espécies de Graphidaceae incluindo quatro do gênero *Graphis*: *G. archeri* Dal-Forno & Eliasaro, *G. invisibilis* Dal-Forno & Eliasaro, *G. lueckingii* Dal-Forno & Eliasaro e *G. paranaensis* Dal-Forno & Eliasaro. Feuerstein e Eliasaro (2014) descreveram *G. hatschbachii* Feuerstein & Eliasaro, *G. inopinata* Feuerstein & Eliasaro, *G. mellis-insulae* Feuerstein & Eliasaro, *G. subargentata* Feuerstein, Dal-Forno & Eliasaro e *G. subcupei* Feuerstein & Eliasaro. Para o restante do estado, incluindo a municipalidade de Curitiba, não há trabalhos para esta família.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

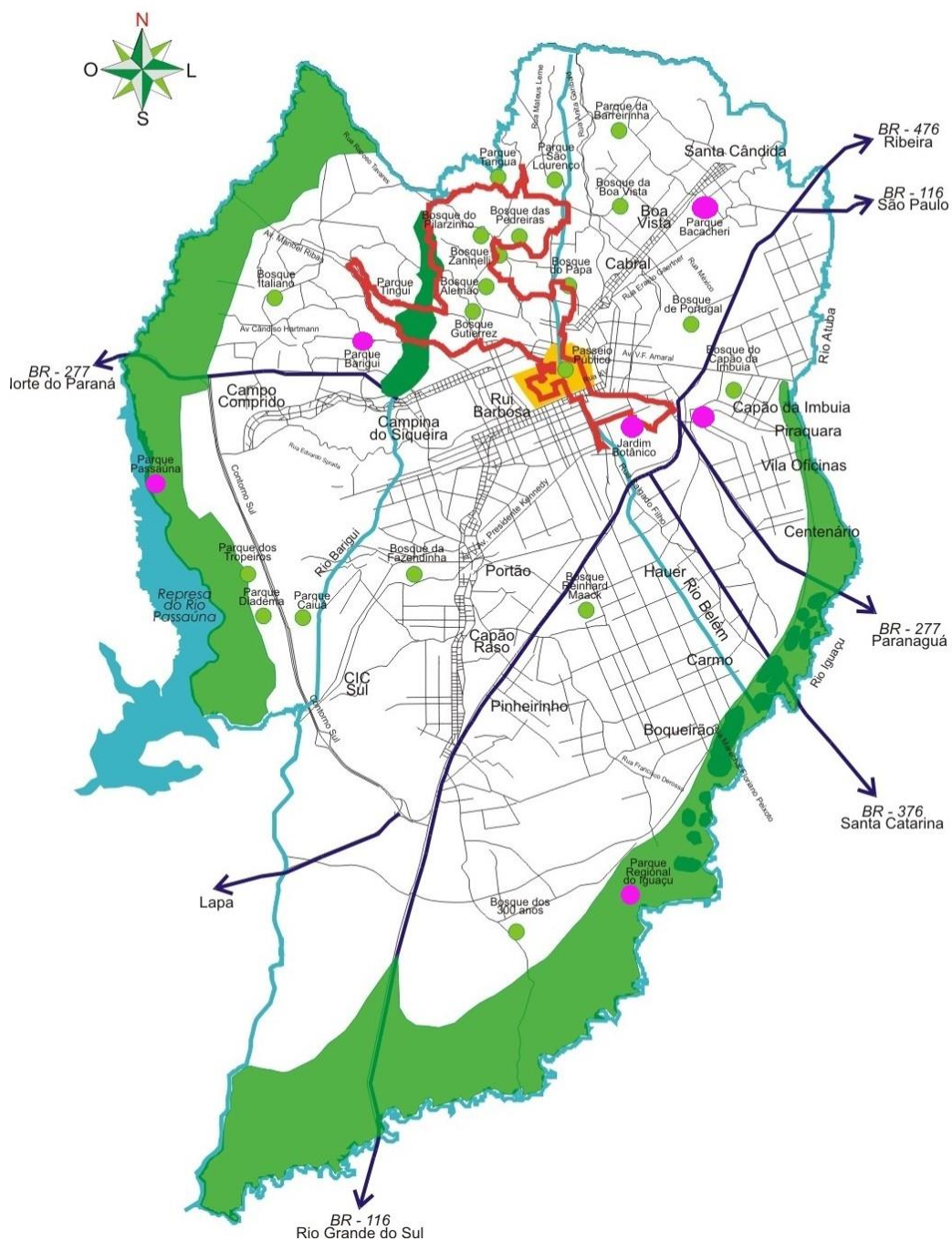
Curitiba, a capital do estado do Paraná, caracteriza-se pelo clima do tipo temperado marítimo úmido pela classificação de Köppen-Geiger (WEBY UFG 2013). Está localizada nas coordenadas: latitude 25°25'48" Sul e longitude 49°16'15" Oeste na região central do primeiro planalto paranaense com relevo levemente ondulado. Possui 435,036 km² de extensão territorial e se localiza a 945 metros de altitude, sendo composta por 75 bairros. (IBGE, 2016; SOUZA, 2001). Curitiba tem um dos maiores índices de área verde do país, 52 m² por habitante, somando aproximadamente 82 milhões de metros quadrados. Está área encontra-se dividida em 30 parques e bosques pela cidade, além da arborização das ruas que conta com aproximadamente 300.000 árvores, plantadas em sua maioria pela administração municipal, compostas em sua grande maioria por espécies exóticas selecionadas por características silviculturais já conhecidas (CURITIBA, s/d; SMMA, 2008).

3.2 COLETAS

As coletas foram realizadas com autorização da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, entre os meses de agosto a outubro de 2017, nos Parques: Barigui, Parque Náutico e Passaúna (FIGURA 3). Também foram realizadas coletas em capões e bosques do campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.

Os exemplares foram coletados com auxílio de uma faca e, quando necessário, foi feita a utilização de martelo e formão. Os exemplares, após destacados dos troncos das árvores, foram armazenados dentro de sacos de papel e nestes foram anotados os dados da coleta, como a data e o local de coleta.

FIGURA 2 - MAPA DE CURITIBA E PONTOS DE COLETA (MARCADOS EM MAGENTA).



Fonte: Adaptado de Secretaria Municipal do Meio Ambiente (2001)

FIGURA 3 - PARQUES AMOSTRADOS EM CURITIBA. A) PARQUE NÁUTICO; B) PARQUE PASSAÚNA.



A)



B)

Fonte: O autor (2017)

3.3 HERBORIZAÇÃO E REVISÃO DE EXEMPLARES HERBORIZADOS

Em laboratório, o material foi prensado para secagem em temperatura ambiente. Após seco, o material foi colocado em envelopes padronizados (folha A4: 21cm x 29,7cm) que posteriormente serão depositados no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná (UPCB).

Também foram analisados exemplares herborizados, coletados no Centro Politécnico da UFPR e em diferentes bairros de Curitiba, que estavam disponíveis no Laboratório de Liquenologia.

3.4 ANÁLISES MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS

As análises de morfologia foram realizadas no Laboratório de Liquenologia da UFPR, com o auxílio de microscópio estereoscópio (20–50×) para visualização e medição de estruturas talinas, como: córtex, lirelas, coloração, cobertura talina e disco. Também foi utilizado o microscópio óptico (400-1000x) para visualização e medição de estruturas microscópicas de importância taxonômica. Para isso, foram feitos cortes à mão livre das lirelas com a utilização de lâminas de inox. Os cortes foram montados em lâmina com água e recobertos com lamínula, a fim de visualizar o tipo de carbonização do excípulo, estruturas do himênio, padrão de dispersão, ascos e ascósporos. O reagente Lugol foi usado para detecção de reação amiloide.

3.5 ANÁLISES QUÍMICAS

Para a caracterização e identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica, foram realizados testes de coloração K (Hidróxido de Potássio a 10%), observação do talo sob lâmpada UV de acordo com Taylor (1967, 1968) e cromatografia em camada delgada (CCD) utilizando as técnicas e padrões descritos por Elix (2014).

Os extratos acetônicos dos talos e das amostras controle foram preparados e aplicados, com o auxílio microcapilares, em placas de sílica gel 60 F254 da Merck. As placas foram colocadas em cubas previamente saturadas com o sistema de solventes C (tolueno – 170 ml: ácido acético – 30 ml). Após a corrida, as placas foram secas com secador de cabelo e expostas a luz UV, para observação de *spots* fluorescentes. Para a revelação as placas foram borrifadas com ácido sulfúrico a 10% e aquecidas a 110°C por aproximadamente 10 minutos, ou até o aparecimento

das manchas. Após a revelação, os *spots* foram marcados a lápis e as substâncias líquênicas foram identificadas de acordo com as tabelas e dados de Elix (2014).

3.6 IDENTIFICAÇÃO E ILUSTRAÇÃO

A identificação do material coletado foi feita com o auxílio de literatura específica, utilizando principalmente os trabalhos de Lücking et al. (2009), Dal-Forno e Eliasaro (2009, 2010a, 2010b), Feuerstein e Eliasaro (2015) e Barcenás Peña et al. (2014).

Além da descrição, todas as espécies identificadas foram fotografadas com a utilização de uma máquina fotográfica acoplada ao microscópio estereoscópio no Departamento de Zoologia da UFPR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 146 espécimes de *Graphis* analisados foram reconhecidas 46 espécies (TABELA 1). Duas destas são novos registros para a América do Sul: *G. leptogramma* e *G. plumbea* e para o Brasil são registradas pela primeira vez: *G. gomezii*, *G. neoelongata*, *G. paralleloides* e *G. subhianscens*.

Graphis dolichographa, *G. duplicatoinspersa*, *G. elegans*, *G. evirescens*, *G. globosa*, *G. immersella*, *G. kelungana*, *G. lineola*, *G. oxyclada*, *G. rimulosa*, *G. streimannii*, *G. subcontorta*, *G. submarginata*, *G. subradiata* e *G. tenella* são citadas pela primeira vez para o Paraná. Alguns exemplares, por apresentarem caracteres diferenciais, necessitam da análise morfológica e/ou química de um número maior de exemplares e análise de exemplares tipo para a confirmação das espécies (ver comentários na sequência) mas constituem novidades para o estado: *G. cf. carassensis*, *G. aff. luluensis*, *G. cf. polillensis*, *G. cf. plumierae* e *G. aff. sarawakensis*. Deste modo o número de espécies conhecidas para o Paraná aumentou de 40 (STAIGER 2002; DAL-FORNO 2009; FEUERSTEIN 2014; FEUERSTEIN; ELIASARO 2014) para 66.

O exemplar identificado como *Graphis cf. carassensis* apresenta caracteres morfológicos que, de acordo com LÜCKING et al. (2009), são característicos da espécie: lirelas distintamente alongadas e parcialmente ramificadas, proeminentes e com margem talina apical espessa. No entanto, *G. carassensis* não produz substâncias liquênicas e o exemplar da área de estudo reage positivamente com KOH (K+ amarelo forte) e em CCD foi detectado um composto não identificado com spot amarelo RFc aproximado de 38.

Graphis emersa é uma espécie caracterizada pelas lirelas proeminentes, curtas e ramificadas e sem margem talina, com ascósporos pequenos (15-50µm de comprimento) e produz ácido norestictico (LÜCKING et al., 2009). O espécime da área de estudo difere unicamente por possuir margem talina lateral espessa.

TABELA 1 - ESPÉCIES DE *GRAPHIS* OCORRENTES EM CURITIBA E LOCAIS DE COLETA

Espécie	Centro Politécnico	Parque Barigui	Parque Náutico	Parque Passaúna	Ruas
<i>G. anfractuosa</i> (Eschw.)		x			
<i>G. argentata</i> Lücking e Umaña			x		
<i>G. cf. carassensis</i> Vain		x			
<i>G. cincta</i> (Pers.) Aptroot	x	x			
<i>G. componens</i> Nyl.			x		
<i>G. consanguinea</i> (Mull. Arg.) Lücking		x			
<i>G. crebra</i> Vain.					Abranches
<i>G. desquamescens</i> Fée	x				
<i>G. dolichographa</i> Nyl.	x	x	x		
<i>G. dracaenae</i> Vain.	x				
<i>G. duplicatoinpersa</i> Lücking	x				
<i>G. elegans</i> (Sm.) Ach.	x				
<i>G. emersa</i> Müll. Arg.	x				
<i>G. evirescens</i> (Redinger) Lücking					Bom Retiro
<i>G. globosa</i> (Fée) Spreng	x	x			Centro
<i>G. gomezii</i> Lücking, Will-Wolf e Umaña		x			
<i>G. handelii</i> Zahlbr.	x				
<i>G. illinata</i> Eschw.		x			
<i>G. immersella</i> Müll. Arg.		x			

continuação

Espécie	Centro Politécnico	Parque Barigui	Parque Náutico	Parque Passaúna	Ruas
<i>G. immersicans</i> A.W. Archer	x			x	
<i>G. intermedians</i> Vain	x		x		Bom Retiro
<i>G. kelungana</i> Zahlbr.		x			
<i>G. leptocarpa</i> Fée	x	x	x		
<i>G. leptogramma</i> Nyl.		x			
<i>G. librata</i> C. Knight	x				
<i>G. lineola</i> Ach.	x	x	x		Jd. Botânico Bom Retiro
<i>G. longula</i> Kremp.			x		
<i>G. aff. luluensis</i> A. W. Archer	x	x			
<i>G. neoelongata</i> Lücking			x		
<i>G. oxyclada</i> Mull. Arg.	x				
<i>G. paralleloides</i> Cáceres e Lücking	x				
<i>G. pinicola</i> Zahlbr.	x				
<i>G. plumbea</i> (Zahlbr) Lücking	x				
<i>G. cf. plumierae</i> Vain.	x				
<i>G. cf. polillensis</i> Vain.	x				
<i>G. rhizocola</i> (Fée) Lücking & Chaves	x				
<i>G. rimulosa</i> (Mont.) Trevis.	x				

continuação

Espécie	Centro Politécnico	Parque Barigui	Parque Náutico	Parque Passaúna	Ruas
<i>G. aff. sarawakensis</i> Hale ex Lücking			x		
<i>G. scripta</i> (L.) Ach.	x		x		
<i>G. streimannii</i> A. W. Archer	x	x			
<i>G. subcontorta</i> (Mull. Arg.) Lücking e Chaves	x				
<i>G. subhianscens</i> (Mull. Arg.) Lücking	x		x		
<i>G. submarginata</i> Lücking		x			Centro
<i>G. subradiata</i> (Nyl.) Lücking	x				
<i>G. subregularis</i> A.W. Archer				x	
<i>G. tenella</i> Ach.		x			

Graphis luluensis é uma espécie paleotropical que apresenta talo verrucoso, lirelas erumpentes com margem talina completa, ascósporos pequenos (25-35µm de comprimento e 6-8µm de largura) e que produz ácido estítico (LÜCKING et al., 2009). Os exemplares da área de estudo, embora similares morfológicamente e com o mesmo metabólito, não são verrucosos e possuem margem talina lateral. Provavelmente pertencem a uma espécie não descrita.

Graphis plumierae possui lirelas imersas com a margem talina lateral, lábio com pruína branca e disco fechado, os ascósporos são pequenos (15-45µm de comprimento a 5-9µm de largura) e produz ácido norestictico (LÜCKING et al., 2009). O exemplar analisado difere unicamente por apresentar lirelas que variam de erumpentes a proeminentes.

Graphis polillensis é caracterizada por apresentar um único ascósporo muriforme por asco, de tamanho mediano (50-70µm de comprimento), lirelas erumpentes, com margem talina basal, e não produzem substâncias liquênicas (LÜCKING et al., 2009). No espécime coletado a margem talina é completa.

Graphis aff. *sarawakensis* é uma espécie descrita, e somente conhecida, para a Ilha de Bornéu na Malásia e que possui talo verrucoso, lirelas proeminentes a sésseis com margem talina completa e espessa e esporos muriformes grandes (80–100 × 15–20µm). O exemplar da área de estudo difere pelo talo não verrucoso e lirelas imersas com esporos de tamanho maior, variando de 67,5-142,5µm.

Embora não tenha sido previamente registrada para o Paraná, *Graphis lineola* é a espécie mais amplamente distribuída e também com o maior número de exemplares coletados. Ocorre sobre árvores em borda de trilhas nos Parques e também em árvores de rua. *Graphis cincta* e *G. leptocarpa* embora tenham uma distribuição mais restrita são relativamente comuns nos locais onde ocorrem.

A quase ausência de informações sobre este gênero no estado torna difícil análises comparativas de distribuição de espécies e de similaridade entre a composição florística em diferentes regiões. No entanto podemos constatar que o número de espécies em Curitiba é muito superior ao de espécies encontradas em vegetação de restinga no litoral. Para a Ilha do Mel, foram encontradas 24 espécies de *Graphis* (FEUERSTEIN, 2014) e destas, apenas cinco em comum: *G.*

consanguinea, *G. dracaenae*, *G. emersa*, *G. intermedians* e *G. longula*. (índice de similaridade de Jaccard 0,07 e de Sorensen 0,15). Em Pontal do Sul, Dal Forno (2009) registrou 30 espécies havendo em comum: *G. anfractuosa*, *G. argentata*, *G. desquamescens*, *G. dracaenae*, *G. intermedians*, *G. librata*, *G. longula* e *G. rhizocola* (índice de similaridade de Jaccard 0,12 e de Sorensen 0,21).

5. CONCLUSÃO

A cidade de Curitiba apresenta uma diversidade maior de espécies de *Graphis* do que regiões de restinga no litoral paranaense. Estudos de outras regiões com diferentes tipos vegetacionais são necessários para avaliar quantas e quais espécies deste gênero seriam características deste centro urbano.

Graphis lineola é a espécie do gênero mais adaptada a ambientes urbanizados em Curitiba, sendo indicada para ser considerada em trabalhos que avaliem a utilização deste grupo em estudos de biomonitoramento.

O registro de novas espécies para o Continente, o Brasil, e o Paraná evidencia a necessidade de se continuar este tipo de estudo para que se conheça de fato a diversidade e padrões de distribuição do gênero.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. C. S.; BARRETO, T. N. A.; LIRA, E. B. S.; LORENA, E. M. G.; SANTOS, I. G. S.; GONDRA BEZERRA, A. P. X. Bioindicators of Air Quality Species. **Revista Geama**, v. 3, n. 2, p. 94-102, 2017.
- ARCHER, A. W. Australian species in the genus *Diorygma* (Graphidaceae). **Australasian Lichenology**, v. 56, p. 11–12, 2005.
- ARCHER, A. W. The lichen family Graphidaceae in Australia. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 94, p. 1–191, 2006.
- BARCENAS PEÑA, A.; LÜCKING, R.; MIRANDA-GONZÁLEZ, R.; HERRERA-CAMPOS, M. L. A. Three new species of *Graphis* (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae) from Mexico, with updates to taxonomic key entries for 41 species described between 2009 and 2013. **The Lichenologist**, v. 46, n.1, p. 69-82, 2014.
- CÁCERES, M. E. S.; LÜCKING, R. *Acanthothecis sarcographoides* (Ascomycota: Graphidaceae), a morphologically unique, new lichen species in the Atlantic Forest of northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 3, p. 472-475, 2013.
- CÁCERES, M. E. S., LÜCKING, R.; RAMBOLD, G. Corticolous Microlichens in Northeastern Brazil: Habitat Differentiation Between Coastal Mata Atlântica, Caatinga and Brejos de Altitude. **The Bryologist**, v. 111, n. 1, p. 98-117, 2008.
- CÁCERES, M. E. S.; NASCIMENTO, E. L. L.; APTROOT, L.; LÜCKING, R. Líquens brasileiros: novas descobertas evidenciam a riqueza no Norte e Nordeste do país. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão** (N. Sér.) v. 35, p. 101-119, 2014.
- CARRERAS, H. A.; PIGNATA, M. L. Biomonitoring of heavy metals and air quality in Cordoba City, Argentina, using transplanted lichens. **Environmental Pollution**, v. 117, p. 77-87, 2002.
- COHN-BERGER, G.; QUEZADA, M. Líquenes como bioindicadores de contaminación aérea en el corredor metropolitano de la ciudad de Guatemala. **Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia**, v. 26, n. 1, 2016.
- DAL FORNO, M. **A família Graphidaceae (Ascomycota liquenizados) em restinga em Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- DAL-FORNO, M.; ELIASARO, S. Two new species of Graphidaceae (lichenized Ascomycota) from Brazil. **Mycotaxon**, v. 112, p. 15-20, 2010.
- DAL-FORNO, M.; ELIASARO, S. Two new species of *Acanthothecis* (lichenized Ascomycota) from Brazil. **Mycotaxon**, v. 109, p. 43-47, 2010.
- DAL-FORNO, M.; ELIASARO, S. Four new species of *Graphis* (Ostropales: Graphidaceae) from Brazil. **The Lichenologist**, v. 42, n. 1, p. 77-81, 2010.
- DONHA, C. G. SELEÇÃO DE ESPÉCIES DE LIQUENS EPÍFITAS POTENCIALMENTE

BIOINDICADORAS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA EM CURITIBA – PR. Monografia (Departamento de Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

ELIASARO, S.; DONHA, C. G. The genera *Canomaculina* and *Parmotrema* (Parmeliaceae, Lichenized Ascomycota) in Curitiba, Paraná State, Brazil. **Rev. bras. Bot.**, vol.26, n.2, p. 239-247, 2003.

ELIASARO, S.; GERLACH, A. C. L.; GUMBOSKI, E. L. Novos registros de fungos liquenizados para o estado do Paraná, Brasil. **R. bras. Bioci.**, v. 10, n. 4, p. 507-512, 2012.

ELIASARO, S.; VEIGA, P. W.; DONHA, C. G.; NOGUEIRA, L. Inventário de macrolíquens epífitos sobre árvores utilizadas na arborização urbana em Curitiba, Paraná, Brasil: Subsídio para biomonitoramento urbano. **Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 1-8, 2009.

ELIX, J. A. **A Catalogue of Standardized Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances**. 3rd ed. Canberra: Australian National University, 2014.

ELIX, J. A.; ERNST-RUSSELL, K. D. **A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances**. 2. ed. Canberra: Australian National University, 1993.

ELIX, J. A.; STOCKER-WORGOTTER, E. Biochemistry and secondary metabolites. In NASH III, T.H. **Lichen Biology** 2nd Edn. 1ed. Cambridge University Press, p. 104-133, 2008.

ESCHWEILER, F. Lichenes. In: C. F. Ph. De Martius. **Flora Brasiliensis**. v. 1. Pars Prior. Algae, Lichenes, Hepaticae. Stuttgartiae et Tubingae, p. 53-292, 1833.

FEUERSTEIN, S. C. **A Tribo Graphideae (Graphidaceae, Ascomycota Liquenizados) Na Ilha Do Mel, Paranaguá, Paraná**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

FEUERSTEIN, S. C.; ELIASARO, S. Five new species of *Graphis* (Graphidaceae: Lichenized Ascomycota) from Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 1, p. 141-148, 2014.

GILBERT, O. L. **Lichens**, Harper Collins, London 288 pp., 2000.

GIORDANO, S.; ALFANO, F.; BASILE, A.; CASTALDO COBIANCHI, R. Toxic effects of the thallus of the lichen *Cladonia foliacea* on the growth and morphogenesis of bryophytes. **Cryptogamie Bryol.**, v. 20, n. 1, p. 35-41, 1999.

GONZÁLEZ, A. G.; BARRERA, J. B.; MARANTE, F. J. T.; CASTELLANO, A. G. The Chemistry and Allelopathic Effects of Phenolic Compounds from the Lichen *Evernia prunastri* (L.) Ach. In Natural Products in the New Millennium: Prospects and Industrial Application. **Proceedings of the Phytochemical Society of Europe**, v. 47, p 195-210, 2002.

HENDERSON, A. Literature On Air Pollution and Lichens XLIX. **Lichenologist**, v. 32, n. 1, p. 89-102, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cidades: Curitiba. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/4106902>> Acesso em: 04 abril 2017.

KÄFFER, M. I. Novas citações de líquens crostosos para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula e para o Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, Série Botânica, v. 68, n. 2, p. 273-277, 2013.

KÄFFER, M. I.; CÁRCERES, M. E. S.; VARGAS, V. M. F.; MARTINS, S. M. A. Novas ocorrências de líquens cortícolas crostosos para a região sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 948-951, 2010.

KREMPELHUBER, A. Lichenes Brasilienses, collecti a D. A. Glaziou in província brasiliensi Rio Janeiro. **Flora**, Regensburg, v. 59, p. 1-529, 1876.

LAWREY, J. D. Chemical ecology of *Hobsonia christiansenii*, a lichenicolous hyphomycete. **American Journal of Botany**, v. 80, p. 1109–1113, 1993.

LEITE, A. B. X.; MENEZES, A. A.; SOUTO, L. S.; APTROOT, A.; LÜCKING, R.; SANTOS, V. M.; CÁRCERES, M. E. S. Epiphytic microlichens as indicators of phytosociological differentiation between Caatinga and Brejos de Altitude. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 4, p. 457-466, 2015.

LENDEMER, J. C.; KNUDSEN, K. Studies in lichens and lichenicolous fungi: further notes on North American taxa. **Mycotaxon**, v. 103, p. 75–86, 2008.

LÜCKING, R.; ARCHER, A. W.; APTROOT, A. A world-wide key to the genus *Graphis* (Ostropales: Graphidaceae). **The Lichenologist**, v. 41, n. 4, p. 363-452, 2009.

LÜCKING, R.; HODKINSON, B. P.; LEAVITT, S. D. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. **The Bryologist**, v. 119, n. 4, p. 361-416, 2016.

LÜCKING, R.; CHAVES, J. L.; SIPMAN, H. J. M.; UMAÑA, L.; APTROOT, A. A First Assessment of the Ticolichen Biodiversity Inventory in Costa Rica: The Genus *Graphis*, with Notes on the Genus *Hemithecium* (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae). **FIELDIANA: BOTANY**, n. 46, p. 1–130, 2008.

LÜCKING, R.; PLATA, E. R.; PARNMEN, S.; KALB, K.; MANGOLD, A.; LUMBSCH, T. Graphidaceae Lichens of the World. **Tropical Lichen Guides**, v. 1, p. 1-8, 2011.

MAKAROV, M. I.; MALYSHEVA, A. A.; ERMAK, V. G.; ONIPCHENKO, A. L.; STEPANOV, V.; MENYAILO, V. Symbiotic nitrogen fixation in the alpine community of a lichen heath of the Northwestern Caucasus Region (the Teberda Reserve). **Eurasian Soil Science**, v. 44, n. 12, p. 1381–1388, 2011.

MAKHIJA, U.; ADAWADKAR, B. Some additions to the Graphidaceae in the Andaman Islands, India. **Mycotaxon**, v. 91, p. 347–352, 2005 a.

MAKHIJA, U.; ADAWADKAR, B. Some new species of *Graphis* (lichenised Ascomycota) from the Andaman and Nicobar Islands of India. **Mycotaxon**, v. 91, p. 369–379, 2005 b.

MAKHIJA, U.; DUBE, A.; ADAWADKAR, B.; CHITALE, G. Some additions to the Graphidaceae in the Andaman Islands, India. **Mycotaxon**, v. 91, p. 347–352, 2005 a.

MAKHIJA, U.; DUBE, A.; ADAWADKAR, B.; CHITALE, G. Five trans-septate species of *Hemithecium* from India. **Mycotaxon**, v. 93, p. 365–372, 2005 b.

MARCELLI, M. P. Líquens das restingas e manguezais da ilha do Cardoso. II **Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo**. v. 3, p. 382-392, 1990.

MARTINS, S. M. A.; KÄFFE, M. I.; LEMOS, A. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, n. 3, p. 425-433, 2008.

MARTIUS, C. F. P. de. **Icones Selectae Plantarum Cryptogamicarum**. Monachii, 1827.

MENEZES, A. A.; LEITE, A. B. X.; OTSUKA, A. Y.; JESUS, L. S.; CÁCERES, M. E. S. Novas ocorrências de líquens cortícolas crostosos e microfoliosos em vegetação de Caatinga no semi-árido de Alagoas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 885-889, 2011.

MOLNÁR K.; FARKAS E. Current results on biological activities of lichen secondary metabolites: a review. **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 65C, p. 157–173, 2010.

NASH III, T.H. **Lichen Biology**, Second Edition, 486 p., 2008.

NAKANISHI, M.; KASHIWADANI, H.; MOON, K. H. Taxonomical notes on Japanese Graphidaceae (Ascomycotina), including some new combinations. **Bulletin of the National Science Museum**, v. 29, p 83–90, 2003 b.

NIMIS, P. L.; SKERT, N. Lichen chemistry and selective grazing by the coleopteran *Lasioderma serricorne*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, p. 175–182, 2006.

Perfil de Curitiba. **Portal da Prefeitura de Curitiba**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>> Acesso em: 04 abril 2017.

PITAKPONG A.; NAKSUWANKUL, K.; SUWANWAREE, P.; MUANGSAN, N. The study distributions of lichen genus *Graphis* (Graphidaceae) in Thailand. **Proceedings of the 3rd National Meeting on Biodiversity Management in Thailand**, Nan Province, Thailand, 2016.

PURVIS, W. **Lichens**. Natural History Museum, London: Smithsonian Institution, London, Washington D.C. 112 p., 2000.

RAMÍREZ-MORÁN, N. A.; LEÓN-GÓMEZ, M.; LUCKING, R.; Uso de biotipos de líquens como bioindicadores de perturbación em fragmentos de bosque alto andino (reserva biológica “encenillo”, Colombia). **Caldasia**, v. 38, n. 1, p. 31-52, 2016.

REDINGER, K. Die Graphidineen der ersten Regnell’schen Expedition nach Brasilien 1892-94. I *Glyphis*, *Medusulina* und *Sarcographa*. **Arkiv for Botanik**, Stockholm, v. 25A, n. 13, 1933a.

REDINGER, K. Die Graphidineen der ersten Regnell’schen Expedition nach Brasilien 1892-94. II *Graphina* und *Phaeographina*. **Arkiv for Botanik**, Stockholm, v. 26A, n. 1, 1933b.

REDINGER, K. Die Graphidineen der ersten Regnell'schen Expedition nach Brasilien 1892-94. III. *Graphis* und *Phaeographis*, nebst einem Nachtrage zu *Graphina*. **Arkiv for Botanik**, Stockholm, v. 27A, n. 3, 1935.

RIVAS PLATA, E.; LÜCKING, R. Clave y Guía Ilustrada Para Géneros de Graphidaceae. **GLALIA**, v. 1, p. 1-41, 2008.

RIVAS PLATA, E.; LUMBSCH, H. T. Parallel evolution and phenotypic divergence in lichenized fungi: A case study in the lichen-forming fungal family Graphidaceae (Ascomycota: Lecanoromycetes: Ostropales). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 61, p. 45-63, 2011.

RIVAS PLATA, E.; LÜCKING, R.; LUMBSCH, H. T. A new classification for the family Graphidaceae (Ascomycota: Lecanoromycetes: Ostropales). **Fungal Diversity**, v. 52, p. 107-121, 2012.

SANTOS, E. M.; SILVA SANTOS, R.; APRÍGIO SANTOS, C. Utilização de líquens como bioindicadores da qualidade do ar em Itabaiana-SE. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, v. 1, p. 1275-1279, 2017.

SOUZA, N. R. PLANEJAMENTO URBANO EM CURITIBA: SABER TÉCNICO, CLASSIFICAÇÃO DOS CIDADINOS E PARTILHA DA CIDADE. **Revista de Sociologia e Política**, v. 16, p. 107-122, Curitiba, 2001.

STAIGER, B. Die Flechtenfamilie Graphidaceae: Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 85, n. 1, p. 526, 2002.

STAIGER, B.; KALB, K.; GRUBE, M. Phylogeny and phenotypic variation in the lichen Family Graphidaceae (Ostropomycetidae, Ascomycota). **Mycological Research**, v. 110, p. 765-772, 2006.

WEBY UFG. **Classificação climática de Köppen-Geiger**. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica____o_Clim__tica_Koppen.pdf > Acesso em: 04 abril 2017.

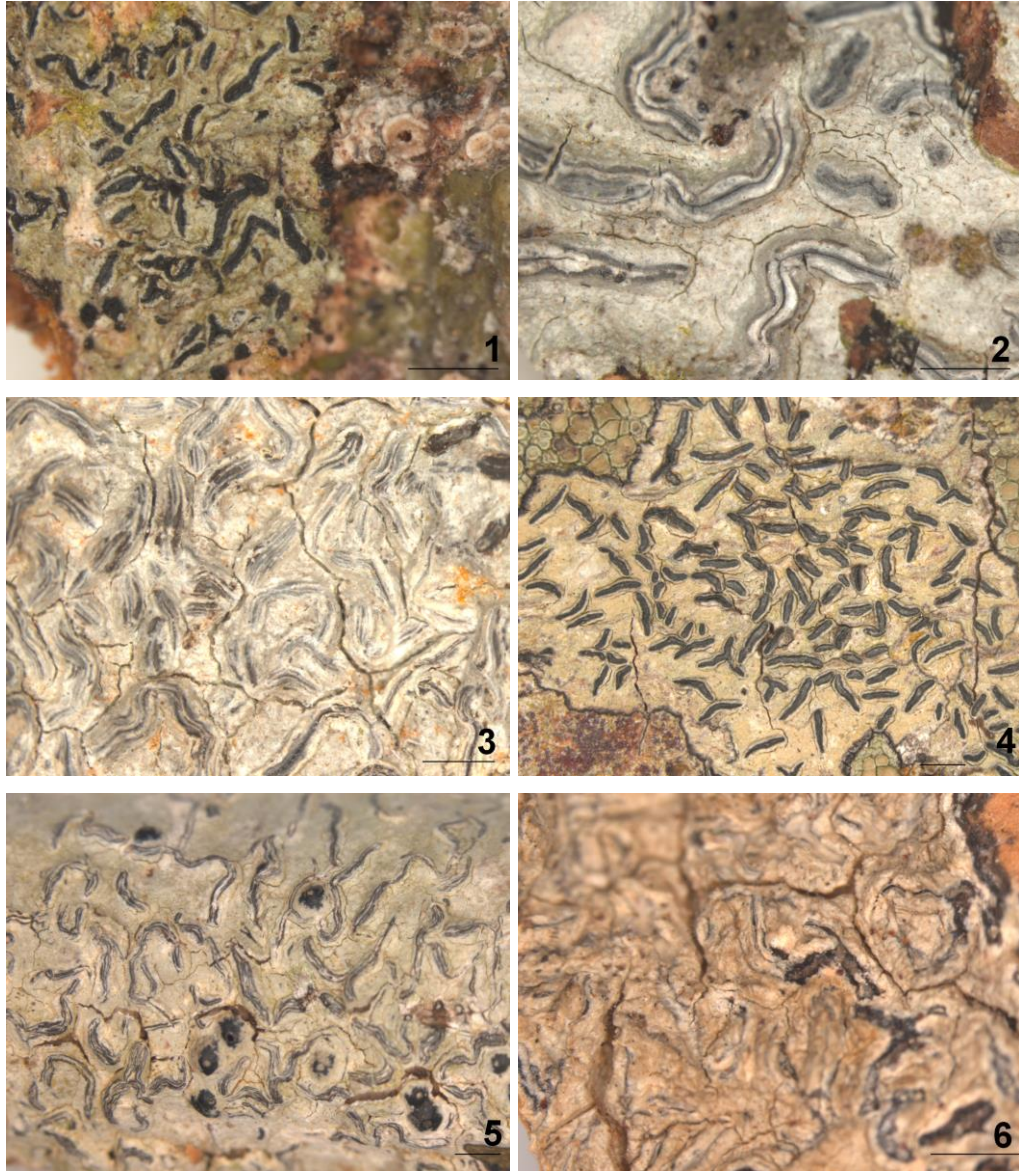
VAINIO, E. A. **Étude Sur La Classification Naturelle Et La Morphologie Des Lichens Du Brésil**. Université de Helsingfors, Heritiers e Simelius, 1890.

VIJAYAKUMARC, S., VISWANATHAN, S., KANAPPA, M. R., PARVATHAVARTHINI, S., KUNDU, A. B. & SUKUMAR, E. Anti-inflammatory activity of (+)-usnic acid. **Fitoterapia**, v. 71, n. 5, p. 564-566, 2000.

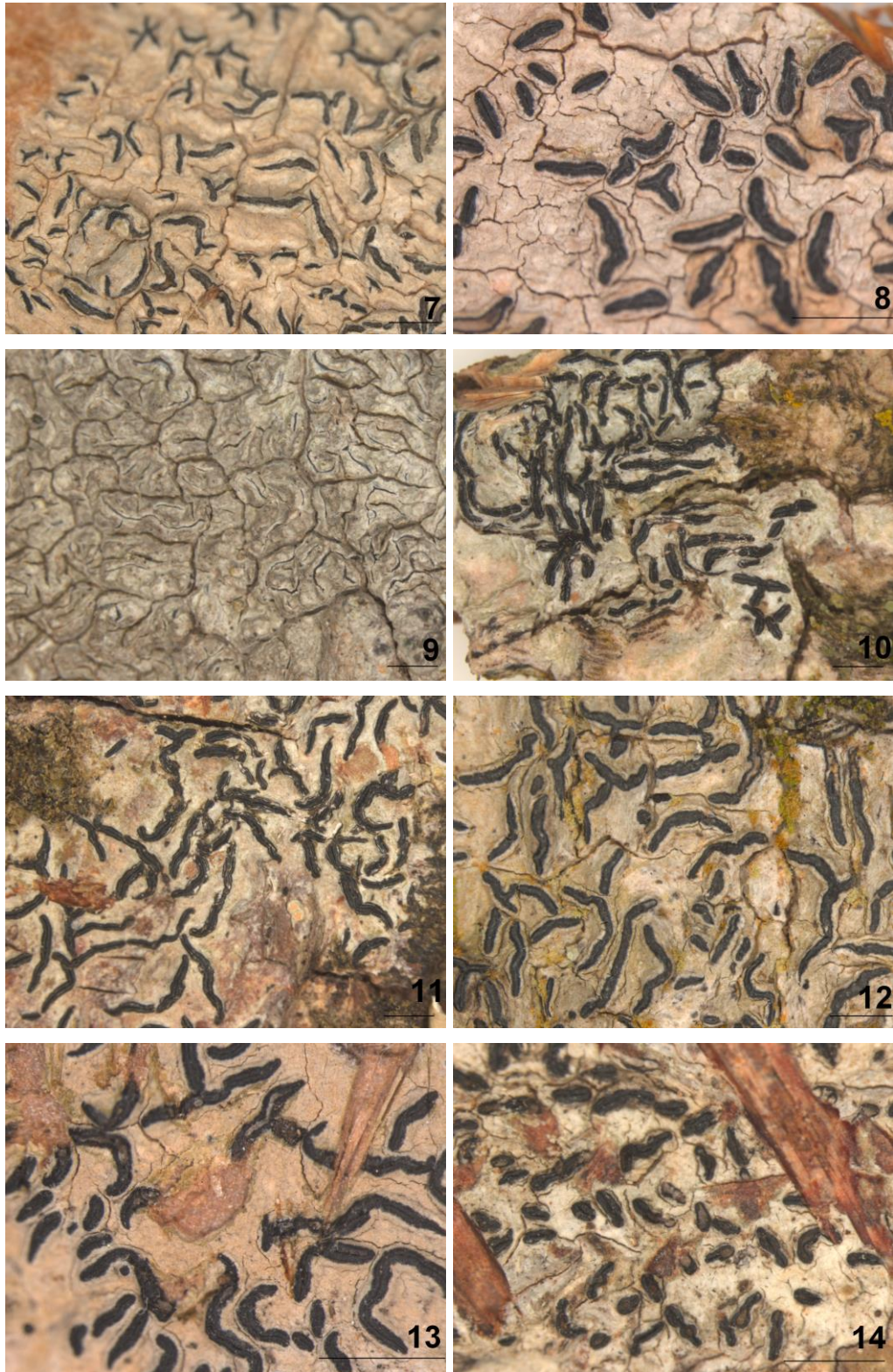
WIRTH, M.; HALE, M. E. Morden-smithsonian expedition to Dominica: the lichens (Graphidaceae). **Smithsonian Contributions in Botany**, v. 40, p. 1-64, 1978.

7. APÊNDICE 1

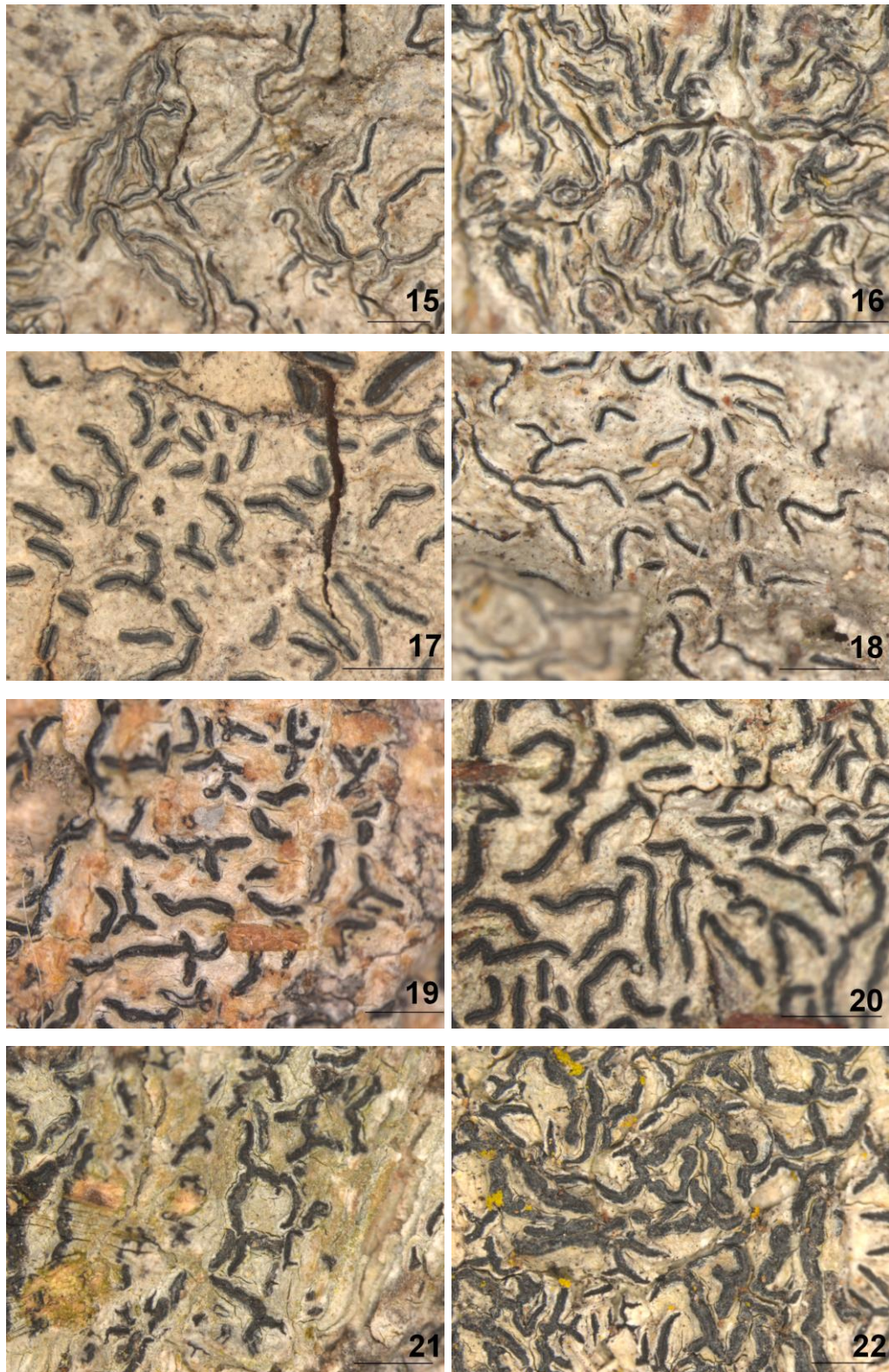
Prancha de fotos das espécies de *Graphis* identificadas neste estudo (escala 1mm):



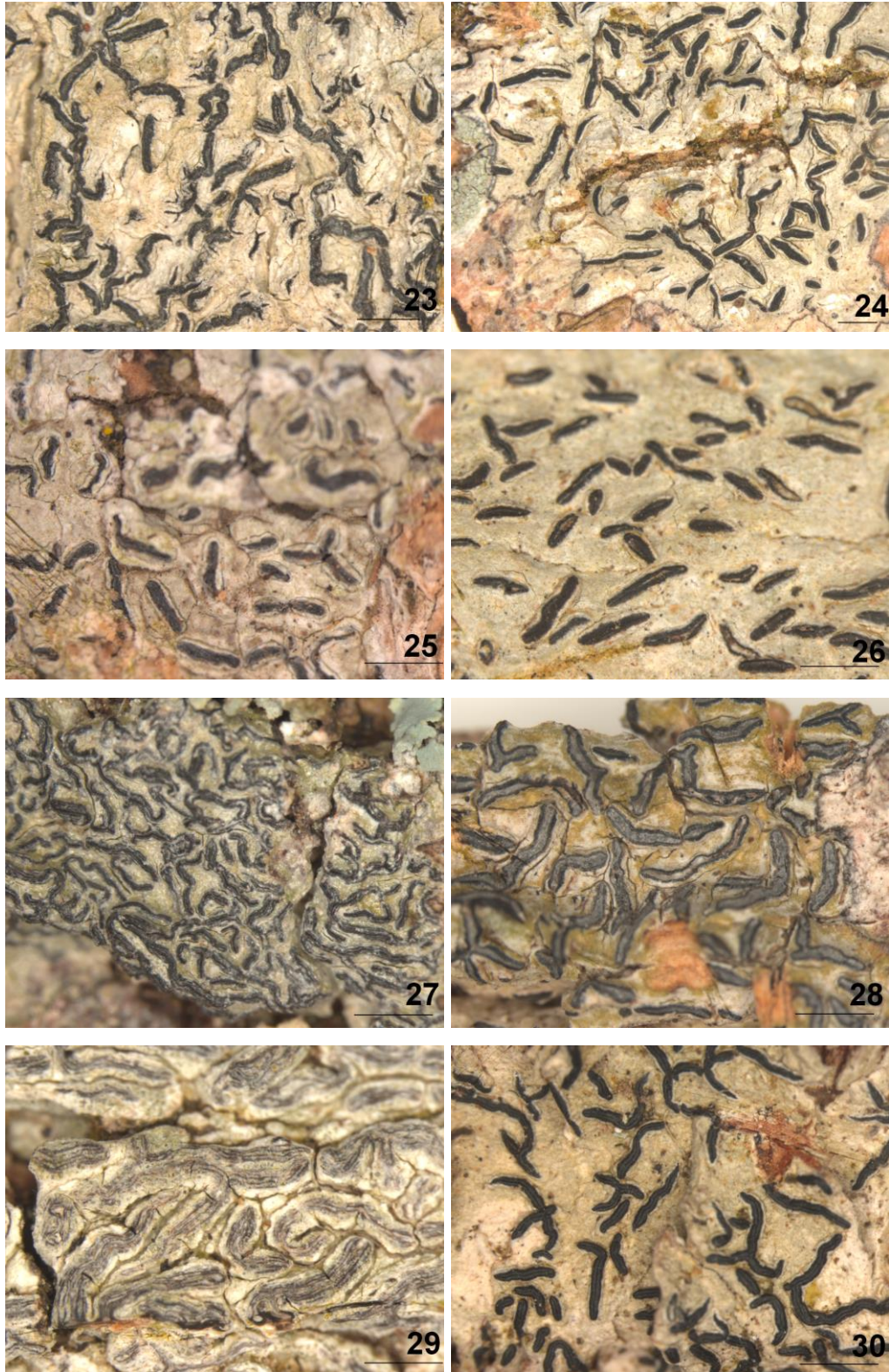
Figuras 1-6: Figura 1: *G. anfractuosa* (R. F. Castelli 33). Figura 2: *G. argentata* (R. F. Castelli 45). Figura 3: *G. cf. carassensis* (R. F. Castelli 19). Figura 4: *G. cincta* (R. F. Castelli 36). Figura 5: *G. componens* (R. F. Castelli 63). Figura 6: *G. consanguinea* (S. Eliasaro 1236). Barra= 1mm.



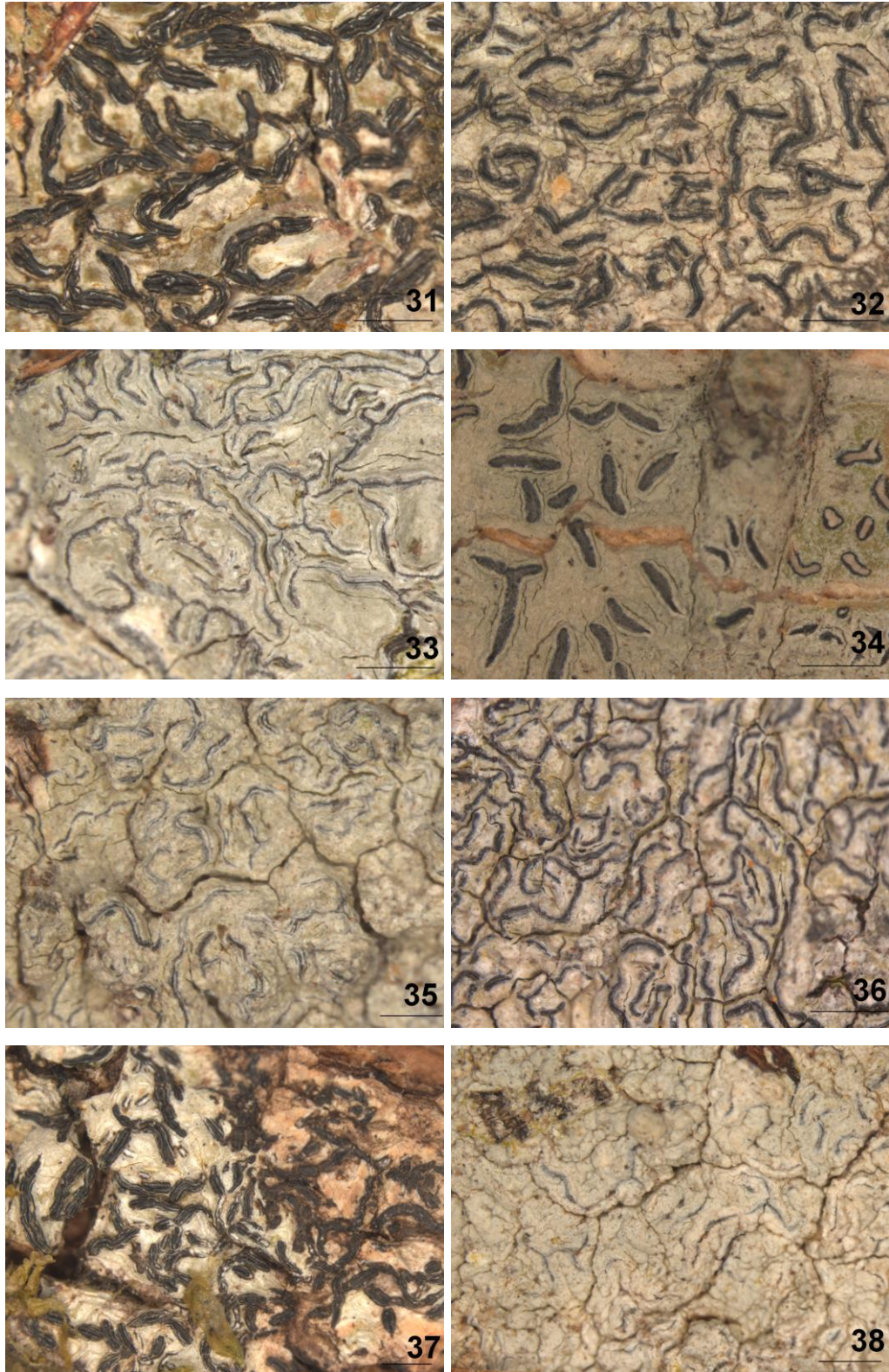
Figuras 7-14: Figura 7: *G. crebra* (P. W. Veiga 195). Figura 8: *G. desquamescens* (S. Eliasaro 5080). Figura 9: *G. dolichographa* (R. F. Castelli 01). Figura 10: *G. dracaenae* (R. F. Castelli 06). Figura 11: *G. duplicatoinspersa* (S. Eliasaro 5127). Figura 12: *G. elegans* (R. F. Castelli 07). Figura 13: *G. cf. emersa* (S. Eliasaro 5078). Figura 14: *G. evirescens* (F. San-Andrade 10). Barra= 1mm.



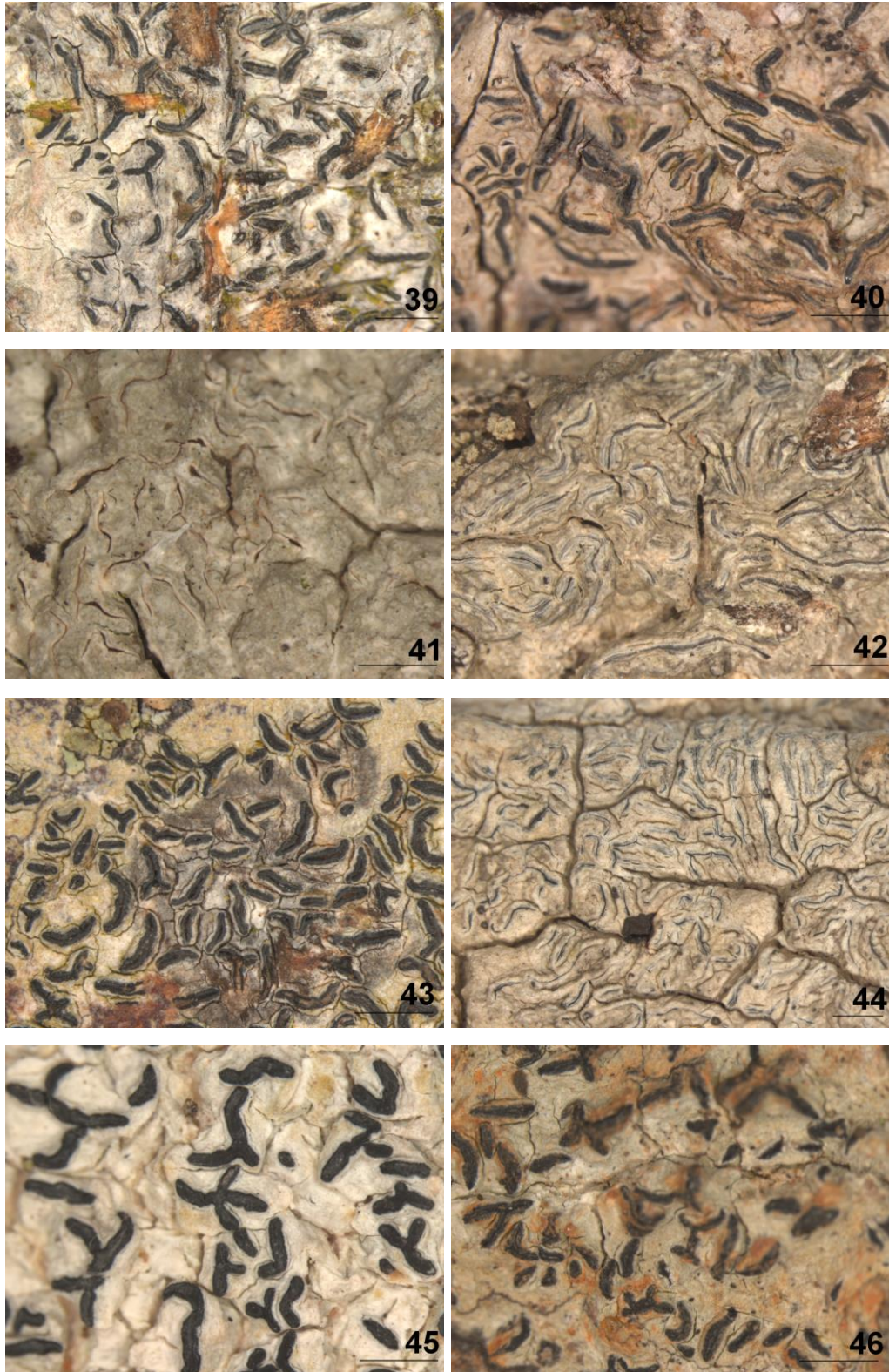
Figuras 15-22: Figura 15: *G. globosa* (R. F. Castelli 21). Figura 16: *G. gomezii* (R. F. Castelli 14). Figura 17: *G. handelii* (S. C. Feuerstein 722). Figura 18: *G. illinata* (R. F. Castelli 24). Figura 19: *G. immersella* (R. F. Castelli 31). Figura 20: *G. immersicans* (M. Machnicki 23). Figura 21: *G. intermedians* (R. F. Castelli 67). Figura 22: *G. kelungana* (R. F. Castelli 23). Barra= 1mm.



Figuras 23-30: Figura 23: *G. leptocarpa* (R. F. Castelli 58). Figura 24: *G. leptogramma* (R. F. Castelli 32). Figura 25: *G. librata* (R. F. Castelli 09). Figura 26: *G. lineola* (R. F. Castelli 16). Figura 27: *G. longula* (R. F. Castelli 47). Figura 28: *G. aff. luluensis* (M. Machnicki 18). Figura 29: *G. neolongata* (R. F. Castelli 57). Figura 30: *G. oxyclada* (F. San-Andrade 64). Barra= 1mm.



Figuras 31-38: Figura 31: *G. paralleloides* (S. Eliasaro 5108). Figura 32: *G. cf. pinicola* (S. Eliasaro 2154). Figura 33: *G. plumbea* (R. F. Castelli 27). Figura 34: *G. cf. plumierae* (S. C. Feuerstein 699). Figura 35: *G. cf. polillensis* (R. F. Castelli 08). Figura 36: *G. rhizocola* (R. F. Castelli 02). Figura 37: *G. rimulosa* (M. Machnicki 14). Figura 38: *G. aff. sarawakensis* (R. F. Castelli 66). Barra= 1mm.



Figuras 39-46: Figura 39: *G. scripta* (R. F. Castelli 64). Figura 40: *G. streimannii* (R. F. Castelli 26). Figura 41: *G. subcontorta* (R. F. Castelli 12). Figura 42: *G. subhiascens* (S. C. Feuerstein 615). Figura 43: *G. submarginata* (R. F. Castelli 20). Figura 44: *G. subradiata* (S. C. Feuerstein 653). Figura 45: *G. subregularis* (R. F. Castelli 77). Figura 46: *G. tenella* (R. F. Castelli 30). Barra= 1mm.