



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA EVOLUTIVA
Associação Ampla entre a UEPG e a UNICENTRO**

CRISTIANE VALUS

**ANATOMIA FLORAL E RECOMPENSAS DE POLINIZAÇÃO EM IRIDACEAE
JUSS. (ASPARAGALES)**

GUARAPUAVA

2018

CRISTIANE VALUS

**ANATOMIA FLORAL E RECOMPENSAS DE POLINIZAÇÃO EM IRIDACEAE
JUSS. (ASPARAGALES)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em Biologia Evolutiva da Universidade Estadual de Ponta Grossa em associação com a Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de concentração em Biologia Evolutiva).

Orientador

Prof. Dr. Adriano Silvério

GUARAPUAVA

2018

*Dedico este trabalho à minha
família, principalmente à minha
mãe Lucia, por todo amor,
cuidado e preocupação.*



Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar e me conduzir pelos caminhos corretos, dando-me oportunidade e força para realização de cada etapa deste objetivo.

Aos meus queridos pais, em especial à minha mãe Lucia Valus, por acreditarem em mim depositando apoio e incentivo ao estudo e força para lutar e vencer na vida. Às minhas irmãs Rosane Costa Valus e Luciane Valus por todo apoio e ajuda nos momentos de dificuldade. Aos meus sobrinhos Caio Rafael Araújo Machado, Evelyn Costa e Eloise Costa, por me proporcionarem tantos momentos de alegria e amor mesmo nas horas de angústia.

Ao meu orientador Dr. Adriano Silvério, por ter me aceitado como sua orientanda e pela oportunidade em desenvolver o mestrado, pela paciência, dedicação, conselhos, ideias, correções, risadas e por meu aprimoramento como profissional, muito obrigada!

À minha amiga e companheira muito especial, Jaiana Richardo, por compartilhar e viver cada momento, me ajudando nos momentos de muita insegurança e angústia, não medindo esforços para isto, sempre dizendo que tudo dará certo.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva da Unicentro que contribuíram grandemente, compartilhando seu conhecimento para minha formação.

A todos os colegas de classe e do Laboratório de Botânica Estrutural pela parceria, força, companheirismo nos momentos difíceis da realização do trabalho e durante as disciplinas, pelas risadas, histórias e momentos de descontração.

A Prof^o Dr. Lilian Eggers pela contribuição na identificação da espécie.

À colega e amiga Daiane Ferreira Gonçalves pelo apoio em algumas ilustrações do trabalho e companheirismo em laboratório.

À CAPES, pelo apoio e bolsa concedida.

Aos colegas, Bruno Vinícius Banhuk e Juan Canedo, pelo apoio em coleta de campo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta pesquisa.



"O saber se aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes."

(Cora Coralina)

RESUMO

Cristiane Valus. Anatomia floral e recompensas de polinização em Iridaceae Juss. (Asparegales)

Iridaceae (Asparagales) possui ampla distribuição mundial encontrada em todos os continentes. A maior diversidade se dá no hemisfério sul, com o maior centro de diversidade na África do Sul e o segundo na América do Sul. Uma característica importante para a família é a variação morfológica das flores caracterizando-se principalmente por apresentar plantas com caule subterrâneo do tipo bulbo ou rizoma, folhas cilíndricas ou planas e geralmente equitantes. Apresenta perigônio com verticilos internos se diferenciando dos externos, de cores variadas, androceu composto por três estames, livres ou fusionados, e gineceu tricarpelar, trilocular, de placentação axial e ovário ínfero. Tendo em vista a beleza das flores a família tem representantes de grande relevância econômica para paisagismo. Alguns gêneros são utilizados como fonte de alimentação, no consumo de bulbos, ou utilizando os estiletos e estigmas como especiarias em diversos países da Europa, Índia e nos Estados Unidos. Muitas espécies são ainda escassamente estudadas devido às populações constituírem de poucos indivíduos e seu período de floração ser curto. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar a anatomia floral de oito representantes de Iridaceae e identificar os tipos de recompensas de polinização em cada espécie. Uma espécie nova, *Gelasine alba*, endêmica em formações de campo subtropicais do Sul do Brasil foi descrita e aqui apresentada. As oito espécies estudadas foram *Phalocallis coelestis*, *Trimezia spathata*, *Herbertia lahue*, *Sisyrinchium sellowianum*, *Crocsmia crocosmiiflora*, *Gelasine coerulea*, *Gelasine alba* e *Iris japonica*. Os estudos anatômicos foram realizados através de amostras fixadas, inseridas em meio de inclusão utilizando hidroxietilmetacrilato e submetidas a testes histoquímicos. Para a descrição da nova espécie foi utilizada a terminologia padrão, baseada em plantas frescas e fotografias de flores. As espécies estudadas apresentaram diferenças anatômicas quanto à presença de substâncias em seus tecidos, idioblastos foram evidenciados em *Herbertia lahue*, *Trimezia spathata* e *Crocsmia crocosmiiflora* e estiloides em todas as espécies exceto em *Sisyrinchium sellowianum*. A recompensa do tipo néctar foi a mais comum entre as espécies e a presença de tricomas secretores, denominados elaióforos, foram evidenciados em *Phalocallis coelestis*, *Trimezia spathata*, *Herbertia Lahue* e *Sisyrinchium sellowianum*. Tais sistemas demonstram uma maior especificidade com seu polinizador em relação ao néctar e pólen que são os recursos mais comuns entre as Angiospermas, demonstrando que a presença de glândulas produtoras de óleo provavelmente teve grande importância para a difusão de vários gêneros de Iridaceae na América do sul, onde estão presentes abelhas que dependem deste recurso para a construção de seus ninhos e para auxiliar na alimentação de suas larvas juntamente com o pólen. Na descrição da nova espécie, *Gelasine alba*, foi constatado que a mesma se distingue facilmente de outras espécies do gênero, devido à sua morfologia diferenciada como flores brancas com manchas arroxeadas na base de suas tépalas e estilete curto com estigma alcançando a mesma altura das anteras, tépalas externas maiores com ápice arredondado e as internas menores com ápice pontiagudo. Características particulares, evidenciadas pela primeira vez para o gênero como o horário de antese juntamente com seu odor cítrico adocicado necessitam de estudos mais aprofundados sobre sua biologia de polinização. Os resultados aqui obtidos demonstram que na família há grande variabilidade de características e várias com potencial para auxiliar a compreender as relações filogenéticas entre as espécies.

Palavras-chave: elaióforo, lipídios, polinização, recompensas florais.

ABSTRACT

Cristiane Valus. Floral anatomy and rewards of pollination in Iridaceae Juss. (Asparegales)

Iridaceae, order Asparagales, has a world-wide distribution, being found in every continent. The higher diversity occurs in the Southern hemisphere, with the bigger dispersion center in South Africa, followed by South America. An important characteristic for the family is the morphological variation of the flowers, characterized mainly by the presence underground stalks of bulb or rhizome type, cylindrical or flat leaves and usually equitant. It has perigone with intern verticils differentiating from the extern ones, in varied colors, androecium with three stamen, free or fused, and gynaecium with three carpels, trilocular, axial placentation and lower ovary. With the beauty of the flowers, the family has representatives with great economic relevance for paisagism. Some genus are used as a source of food, with the consumption of bulbs, or using stylus and stigmas as spices in many European countries, India and USA. Many of its species are still poorly studied due to the fact that its populations are only composed of a few individuals and the flowering period being short. So, the objective of this study was to characterize the floral anatomy of eight representatives of Iridaceae and to identify the types of rewards of pollination in each species. A new species, *Gelasine alba*, endemic in subtropical field formations of southern Brazil was described and presented here. The eight species studied were *Phalocallis coelestis*, *Trimezia spathata*, *Herbertia lahue*, *Sisyrinchium sellowianum*, *Crocoshmia crocosmiiflora*, *Gelasine coerulea*, *Gelasine alba* and *Iris japonica* Thunb. The anatomical studies were made on samples fixed, inserted in inclusion medium using hydroxyethylmethacrylate and submitted to histochemical test. For the description of the new species the standard terminology was used, based on fresh plants and flower pictures. The studied species showed anatomical difference for the presence of substances in its tissues, idioblasts were evidenced in *Herbertia lahue*, *Trimezia spathata* and *Crocoshmia crocosmiiflora* and styloids in all species except for *Sisyrinchium sellowianum*. The nectar type of reward was the most common among the species and the presence of secreting trichomes, named oil glands, were evidenced in *Phalocallis coelestis*, *Trimezia spathata*, *Herbertia lahue* and *Sisyrinchium sellowianum*. Such systems demonstrate a higher specificity with the pollinator in relation to the nectar and pollen which are the most common resources among the Angiosperms, showing that the presence of oil-producing glands probably had great importance for the diffusion of several genus of Iridaceae in South America, where there are bees which depend on this resource for building their nests and as a help in the feeding of their larvae along with the pollen. In the description of the new species, *Gelasine alba*, it was noted that it is easily distinguished from other species of the genus, due to its different morphology, such as white flowers with purplish at the base of their tepals and short style with the stigma reach the same height as the anthers, outer tepals larger with rounded top and inner tepal smaller with a pointy apex. Particular features first evidenced for the genus as the time of anthesis along with their sweet citrus odor need further study on their pollination biology. The results obtained here show that in the family there are great variability of characteristics and several with potential to help understand the phylogenetic relationships between species.

Key words: elaiophore, lipids, pollination, floral rewards.

SUMÁRIO

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Iridaceae Juss.	1
1.2 Aspectos morfológicos de Iridaceae	2
1.3 Sistemática da família	3
1.4 Recompensas florais em Iridaceae	3
2. REFERÊNCIAS	5
3. OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo geral.....	7
3.2 Objetivos específicos	7
CAPÍTULO 1. ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DA ESTRUTURA FLORAL EM IRIDACEAE JUSS. (ASPARAGALES)	9
RESUMO	9
INTRODUÇÃO.....	10
1. MATERIAL E MÉTODOS	11
1.1 Material Vegetal.....	11
Tabela 1	11
1.2 Inclusão e microscopia de luz	12
1.3 Histoquímica	12
1.4 Análise dos espessamentos do endotécio	12
1.5 Caracterização de estruturas secretoras e análise cladística	12
Tabela 2	13
Tabela 3	13
2. RESULTADOS	14
2.1 Perigônio	14
Tabela 4.....	15
2.2 Androceu	19
Tabela 5.....	20
2.3 Gineceu	26
Tabela 6.....	28
2.4 Caracterizações das recompensas florais e análise cladística	36

SUMÁRIO

3. DISCUSSÃO.....	45
3.1 Perigônio	38
3.2 Androceu	39
3.3 Gineceu	40
3.4 Recompensas florais disponibilizadas aos polinizadores.....	42
4. REFERÊNCIAS	45
CAPÍTULO 2. <i>Gelasine alba</i>, uma nova espécie de Tigridaeae (Iridaceae) para a América do Sul	51
Resumo	51
Introdução.....	52
Materiais e Métodos	52
Tratamento taxonômico.....	52
Etimologia.....	52
Distribuição.....	52
Hábitat.....	52
Fenologia.....	52
Discussão.....	57
Referências	57
CONCLUSÕES.....	59

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Iridaceae Juss.

Iridaceae, pertencente à ordem Asparagales (APG III, 2016), é uma família com cerca de 2.000 espécies distribuída em 66 gêneros (GOLDBLATT e MANNING, 2008). Apresenta distribuição cosmopolita e como resultado de um intenso processo de radiação adaptativa possui ampla distribuição com dois centros de diversidade, o continente africano (37 gêneros) é considerado o maior centro de diversidade da família, enquanto que a região Neotropical (24 gêneros) compreende o segundo principal centro de diversidade (GOLDBLATT e MANNING, 2006).

No Brasil (subfamília Iridoideae), estão presentes 22 gêneros e 198 espécies, distribuídas principalmente nos biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Pampa, das quais 70 espécies são endêmicas (FLORA DO BRASIL, 2020). Vários representantes da família apresentam elevado risco de desaparecimento em função da ação antrópica sobre o ambiente natural, relacionadas à expansão agrícola e de urbanização, sendo as espécies endêmicas ainda mais suscetíveis a este fator de ameaça.

Além de fazer parte de várias formações vegetais, a família possui importância econômica devido a sua diversidade floral, sendo utilizada principalmente no paisagismo (RUDALL et al., 2003). Além disso, é rica em compostos fenólicos e outros metabólicos secundários, que resultam em produtos utilizados na perfumaria e medicamentos (DAHLGREN et al., 1982). Na culinária, *Crocus sativus* L. é conhecido pela produção de açafrão, um condimento de coloração vermelha muito apreciado, obtido a partir dos seus estiletos e estigmas (HOSSEINZADEH et al., 2007) e em regiões da Síria e África, os bulbos de várias espécies são consumidos como alimento (GOLDBLATT et al., 1998).

1.2 Aspectos morfológicos de Iridaceae

Iridaceae são ervas perenes ou anuais com sistema subterrâneo do tipo bulbo ou rizoma (GOLDBLATT et al., 1998) (Fig. 1 a), as folhas podem ser cilíndricas ou laminares, paralelinérvias e equitantes e as inflorescências têm como unidade básica o ripídio (JUDD et al., 2009).

As flores são monóicas, trímeras, actinomorfas ou zigomorfas e apresentam seis tépalas, as externas, na maioria das vezes, diferenciadas das internas, livres ou conatas, podendo portar manchas (GOLDBLATT et al., 1990) (Fig.1 b). O androceu apresenta três estames (Fig. 1 c) livres ou parcialmente unidos. Os grãos de pólen são geralmente monossulcados. O gineceu apresenta ovário ínfero (Fig. 1 d) (súpero em *Isophysis* Moore), sincárpico, tricarpelar, trilocular e com placentação axilar (Fig. 1 e). Os rudimentos seminiais podem ser poucos a numerosos (Fig. 1 f), anátropos ou campilótopos (JUDD et al., 2007)

O fruto é do tipo cápsula loculicida, as sementes são globosas ou achatadas e geralmente abrem-se ao longo de três aberturas longitudinais e são dispersas pela ação do vento ou pela água (JUDD et al., 2007; GOLDBLATT et al., 2008).

Estudos sobre a distribuição da família são abundantes, no entanto pesquisas com características anatômicas, principalmente quanto à estrutura floral são escassos, em especial para espécies do Brasil.

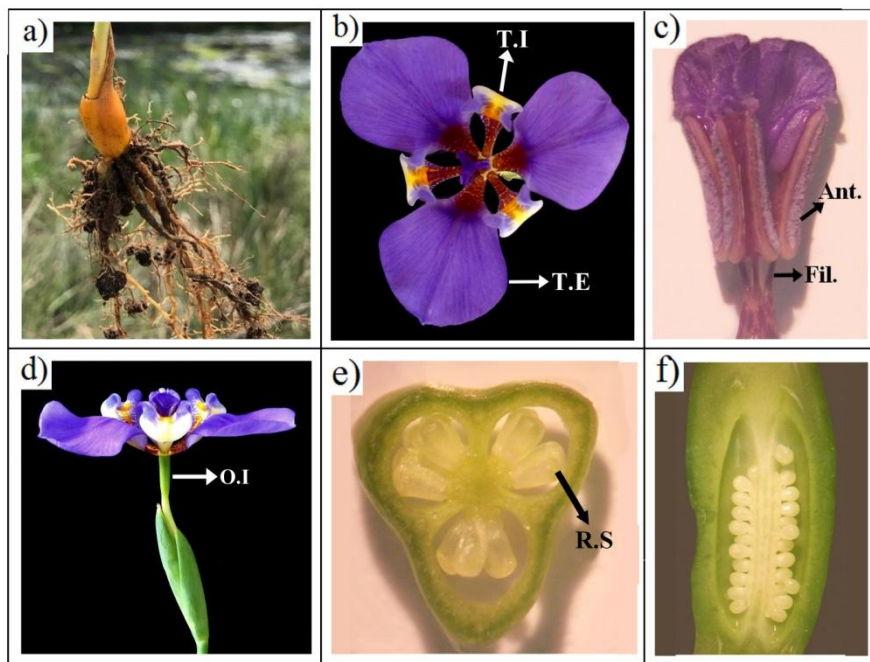


Figura 1. Morfologia de um representante de Iridaceae, *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna. (a) Sistema subterrâneo do tipo bulbo. (b) Flor trímera (T.I: tépala interna; T.E: tépala externa). (c) Estames livres (Ant.: antera; Fil.: filete). (d) Ovário ínfero (O.I). (e) Seção transversal do ovário tricarpelar com placentação axial (R.S: rudimentos seminiais) (f) Seção longitudinal do ovário com inúmeros rudimentos seminiais em destaque (Fotos: Cristiane Valus).

1.3 Sistemática da família

Iridaceae já foi incluída na ordem Liliaceae devido a características morfológicas dos representantes serem muito semelhantes às dos representantes da ordem Liliaceae (HUTCHINSON, 1959). No entanto, a partir da análise do DNA cloroplastidial e morfologia foram incluídas na ordem Asparagales (APG III, 2016).

Atualmente a família é dividida em 11 tribos, com base no grau de regularidade ou irregularidade das flores e o tipo de órgão de armazenamento subterrâneo. As tribos consideradas basais apresentam rizoma e flores regulares como as Sisyrincheae, Mariceae, Irideae, Ixieae e Croceae, e as tribos consideradas derivadas possuem flores irregulares como Gladioleae e Antholyseae (GOLDBLATT e MANNING, 2008).

Nos primeiros estudos filogenéticos desenvolvidos em Iridaceae realizados por Dahlgren et al. (1982) baseados em dados morfológicos foram consideradas cinco subfamílias na abordagem taxonômica. Atualmente, é dividida em sete subfamílias Isophysidoideae, Patersonioideae, Geosiridoideae, Aristeoideae, Niveneoideae, Crocoideae e Iridoideae (GOLDBLATT et al., 1990).

A subfamília Iridoideae, a qual é monofilética, compreende somente representantes do Novo Mundo e é dividida em cinco tribos (Trimezieae, Tigridieae, Sisyrincheae, Irideae e Diplarreneae). Destas, apenas Trimezieae, Tigridieae e Sisyrincheae ocorrem no continente sul-americano (GOLDBLATT, MANNING e BERNHARD, 1999), cujos representantes possuem flores com elaióforos, estruturas secretoras de óleo (CHAUVEAU, 2011).

1.4 Recompensas florais em Iridaceae

Iridaceae é uma das poucas famílias que apresenta pólen, néctar e óleo como recompensas florais disponíveis para seus polinizadores (SILVÉRIO et al., 2012). Essas variações que incorrem em mudanças nas estratégias reprodutivas dependem, na maioria das vezes, de relações ecológicas agonísticas entre as plantas e seus potenciais polinizadores, sendo essa interação um dos mecanismos mais eficientes envolvidos com processos de radiação adaptativa e especiação em plantas (STEBBINS, 1957).

Devido à diversidade de sistemas de polinização, Iridaceae é interessante do ponto de vista de biologia reprodutiva. Os recursos florais produzidos atraem uma gama de diferentes visitantes, como abelhas, besouros, moscas de probóscide longa e curta, borboletas, mariposas e pássaros (BENHARDT E GOLDBLATT, 2000; GOLDBLATT e MANNING, 2006).

A partir dos trabalhos de Vogel (1969), verificou-se que algumas flores, de diferentes famílias de angiospermas, possuem glândulas secretoras de óleo. Em sua primeira publicação o autor incluiu apenas cinco famílias de angiospermas como produtoras de óleo, Malpighiaceae, Krameriaceae, Scrophulariaceae, Iridaceae e Orchidaceae. Atualmente esta característica está descrita para onze famílias de Angiospermas (RENNER e SCHAEFER, 2010).

Em Iridaceae, os óleos florais constituem o terceiro tipo de recompensa para polinizadores, juntamente com pólen e néctar, e são encontrados principalmente em espécies ocorrentes na América do Sul (GOLDBLATT e MANNING, 2008; CHAUVEAU et al., 2012). Esse recurso está localizado em tricomas glandulares denominados elaióforos, presentes na coluna estaminal e/ou na face adaxial das tépalas nas espécies de *Sisyrinchium* (CHAUVEAU et al., 2011) e, em Tigrídieae e Trimezieae, na face adaxial das tépalas internas na maioria das espécies já estudadas para este caráter (CHAUVEAU et al., 2012).

Os lipídios secretados são coletados essencialmente por fêmeas de algumas espécies de abelhas das tribos Centridini e Tapinotaspidini (Apidae, Apinae), que ocorrem principalmente nas regiões subtropicais do Neotrópico (BUCHMANN, 1987), o que sugere que estas abelhas desempenharam um papel fundamental na diversificação da família nesses locais (CHAUVEAU et al., 2011). Além disso, os padrões biogeográficos indicam expansões das Américas Central e Norte para os Andes entre Chile e Argentina e para a bacia do Rio Paraná. Esse óleo, associado ao néctar ou não, é utilizado para alimentação das larvas e, em algumas espécies, como um tipo de selador à prova d'água nas paredes das células que compõem o ninho destas abelhas (RENNER e SCHAEFER, 2010). Nectários florais são pouco comuns entre as espécies sul-americanas de Iridaceae, mas muito frequentes na subfamília Crocoideae ocorrente na África e Eurásia (GOLDBLATT, 2008).

As estruturas sintetizantes de compostos como recompensas florais, como elaióforos e nectários, assim como a identidade dos compostos químicos produzidos por estas estruturas variam de acordo com o táxon, constituindo caracteres relevantes em estudos taxonômicos e filogenéticos (ENDRESS, 1994). Tendo em vista a grande diversidade de recompensas florais que ocorrem em Iridaceae, como tendências na evolução floral (presença de néctar, pólen ou óleo) tornam-se importantes as interpretações anatômicas e histoquímicas em estruturas florais para a compreensão dos estudos taxonômicos e filogenéticos de suas espécies.

2. REFERÊNCIAS

- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 161: 105-121, 2016.
- BERNHARDT, P. & GOLDBLATT, P. The diversity of pollination mechanisms in the Iridaceae of southern Africa. **Systematics and Biology of the Monocots**. Royal Botanic Gardens, Sydney, Australia, 2000.
- BUCHMAN, S.L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 18: 343-369, 1987.
- CHAUVEAU, O.; EGGERS, L.; RAQUIN, C.; SILVÉRIO, A.; BROWN, S.; COULOUX, A.; CRUAUD, C.; KALTCHUK-SANTOS, E.; YOCKTENG, R.; SOUZA-CHIES, T.T.; NADOT, S. Evolution of oilproducing trichomes in *Sisyrinchium* (Iridaceae): insights from the first comprehensive phylogenetic analysis of the genus. **Annals of Botany**, 107, 1287-1312, 2011.
- CHAUVEAU, O.; EGGERS, L.; SOUZA-CHIES, T.T.; NADOT, S. Oil-producing flowers within the Iridoideae (Iridaceae): evolutionary trends in the flowers of the New World genera. **Annals of Botany**, 110, 713-729, 2012.
- DAHLGREN, R.; H. T. CLIFFORD. The Monocotyledons: A Comparative Study. **Botanical systematics**, London, 1982.
- ENDRESS, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- FLORA DO BRASIL 2020 (em construção). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB30046>. Acesso em: 24 Jan., 2018.
- GOLDBLATT, P.; BERNHARD, P. Pollination biology of *Nivenia* (Iridaceae) and the presence of heterostylous self-compatibility. Israel. **Journal of Botany**. 39: 93–111, 1990.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J. C.; BERNHARD, P. Adaptive radiation of bee-pollinated *Gladiolus* species (Iridaceae) in southern Africa. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 85: 492–517, 1998.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J. C; BERNHARD, P. Evidence of bird pollination in Iridaceae of southern Africa. **Adansonia**. 3, 21: 25–40, 1999.
- GOLDBLATT, P.; MANNING J.C. Radiation of pollination systems in the Iridaceae of Sub-Saharan Africa. **Annals of Botany**, 97:317 – 344, 2006.
- GOLDBLATT, P.; MANNING J.C. **The iris family: natural history and classification**, 1^o edition. London: Timber Press. Inc. 290 pp, 2008.

HOSSEINZADEH, H.; MOTAMEDSHARIATY, V.; HADIZADEHF. Antidepressant effect of kaempferol, a constituent of saffron (*Crocus sativus*) petal, in mice and rats. **Pharmacology**, 2007.

HUTCHINSON, G.E. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? **American Naturalist**, 93, 145-159, 1959.

JUDD W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3^a ed. Artmed, Porto Alegre, 2009.

RENNER S. S.; SCHAEFER H. The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**. 365:423–43, 2010.

RUDALL P. J.; MANNING J. C.; GOLDBLATT P. Evolution of floral nectaries in Iridaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 90:613–631, 2003.

SILVÉRIO, A.; NADOT, S.; CHIES, T. T. S.; CHAUVEAU, O. Floral rewards in the tribe Sisyrinchieae (Iridaceae): oil as an alternative to pollen and nectar? **Sexual Plant Reproduction**, v. 25, p. 267–279, 2012.

STEBBINS, G.L. Self-fertilization and population variability in the higher plants. **American Naturalist**, 41, 337-54. 1957.

VOGEL, S. Flowers offering fatty oil instead nectar. In: **XI Proceedings International Botanic Congress**. Seattle, p.229, 1969.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal descrever a anatomia floral de oito espécies da família Iridaceae, sendo elas, *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna, *Trimezia spathata* (Klatt) Baker, *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker, *Crocsmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br., *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna, *Gelasine alba* sp. nov. e *Iris japonica* Thunb.

3.2 Objetivos específicos

- Descrever a anatomia do gineceu, androceu e perigônio, interpretando assim as variações entre as espécies;
- Caracterizar as estruturas glandulares relacionadas à atração dos seus visitantes;
- Identificar os tipos de recompensas de polinização em cada espécie;
- Fornecer subsídios para outros estudos correlatos à taxonomia das espécies de Iridaceae através da publicação de artigos científicos.

Para apresentação dos materiais e métodos, resultados e discussão esta dissertação será apresentada em dois capítulos conforme segue:

CAPÍTULO I

ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DA ESTRUTURA FLORAL EM IRIDACEAE JUSS.
(ASPARAGALES)

CAPÍTULO II

Gelasine alba UMA NOVA ESPÉCIE DE TIGRIDIEAE (IRIDACEAE) PARA A
AMÉRICA DO SUL

CAPÍTULO 1

ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DA ESTRUTURA FLORAL EM IRIDACEAE JUSS. (ASPARAGALES)

RESUMO

Iridaceae possui cerca de 66 gêneros representados por aproximadamente 2.000 espécies. No Brasil, as espécies nativas pertencem à subfamília Iridoideae (tribos Sisyrinchieae, Trimezieae e Tigridieae). A família é característica por apresentar recompensa floral do tipo néctar, óleo e pólen aos visitantes florais. Além disso, possui compostos do metabolismo secundário armazenados em células especializadas (idioblastos) que conferem aos seus representante estratégias reprodutivas e de defesa. O presente estudo objetivou caracterizar a anatomia floral de oito representantes de Iridaceae e identificar os tipos de recompensas de polinização em cada espécie. Os estudos anatômicos foram realizados por meio de amostras fixadas, submetidas em meio de inclusão utilizando hidroxietilmetacrilato. As espécies estudadas apresentaram diferenças anatômicas, e também em relação à deposição de compostos fenólicos em suas células (idioblastos) e oxalato de cálcio de formato estiloide. Idioblastos foram evidenciados em *Herbertia lahue*, *Trimezia spathata*, *Crococsmia crocosmiiflora* e estiloides em todas as espécies exceto em *Sisyrinchium sellowianum*. O presente estudo também confirmou que a família possui uma grande diversidade de compostos no que refere à atração de agentes polinizadores. O néctar é o tipo de recompensa mais comum e a presença de tricomas secretores, denominados elaióforos, presentens em *Phalocallis coelestis*, *Trimezia spathata*, *Herbertia Lahue* e *Sisyrinchium sellowianum*, podem estar relacionados com a atração de polinizadores ou visitantes especialistas, fator que foi imprescindível para a irradiação da família na América do Sul devido à interação com abelhas especializadas das tribos Centridini e Tapinotaspidini que ocorrem principalmente nas regiões subtropicais do Neotrópico.

PALAVRAS-CHAVE: Polinização, recompensas florais, região Neotropical.

INTRODUÇÃO

A flor, além de ser a estrutura de reprodução sexuada das Angiospermas, exerce um importante papel ecológico, pois a maioria delas produz algum tipo de recurso que serve de alimento para muitos animais polinizadores (WASER e OLLERTON, 2006). As principais recompensas que servem de alimento para muitos animais são néctar, pólen e óleo.

Iridaceae se destaca pela grande diversidade de recursos florais disponibilizadas para seus visitantes, sendo uma das poucas famílias a produzir néctar, pólen ou óleo como recompensa, exercendo assim, um papel ecológico fundamental (GOLDBLATT e MANNING, 2006). Também possui grande importância econômica, como a fabricação de produtos a partir do açafrão (condimento) e safranina (corante) proveniente do gênero *Crocus*. No entanto, é utilizada principalmente em paisagismo, como planta ornamental, e algumas espécies possuem propriedades medicinais (GOLDBLATT, 1990).

Atualmente estão descritas cerca de 2.000 espécies dentro da família, onde a maioria possui distribuição cosmopolita (GOLDBLATT e MANNING, 2008). No Brasil destacam-se regiões para a distribuição na Mata Atlântica, Cerrado e Pampa, das quais 70 espécies são endêmicas (EGGERS et al., 2016).

Representantes da família são habitualmente herbáceos e ocorrem principalmente em ambientes abertos, como baixadas úmidas e formações campestres (EGGERS, 2008). Atualmente há grande diminuição do hábitat destes ambientes naturais devido à intensa ação antrópica ocasionada por sua substituição por monoculturas, expansão cada vez maior das atividades agrícolas, pecuárias e silviculturais (DALAZOANA e MORO, 2011), tornando os representantes de Iridaceae ocorrentes nesses ambientes expostos ao grande risco de desaparecer.

Mesmo com grande importância econômica e ecológica, os dados de pesquisa disponíveis na literatura relacionadas às características estruturais anatômicas da flor em Iridaceae são escassos. Diante disto, o presente trabalho tem como principal objetivo fornecer informações anatômicas complementares sobre a estrutura reprodutiva de oito espécies de Iridaceae, sendo elas: *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna, *Trimezia spathata* (Klatt) Baker, *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker, *Crocsmia crocosmiflora* (Lemoine) N.E.Br., *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna, *Gelasine alba* sp. nov. e *Iris japonica* Thunb. Além disso, o presente trabalho também tem como objetivo descrever as estruturas secretoras de recompensas florais. Uma vez que as

estruturas secretoras de recompensas podem ocorrer em órgãos e regiões distintas da flor o presente estudo visa também interpretar as possíveis variações entre as espécies e consequentemente obter indícios complementares sobre as principais tendências evolutivas do grupo.

1. MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Material Vegetal

O material vegetal foi coletado em ambiente natural e posteriormente cultivado em vasos no laboratório de Botânica Estrutural adjunto ao *campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro Oeste, localizado em Guarapuava, Paraná, Brasil. Um total de 8 espécies de Iridaceae abrangendo 5 tribos foram amostrados (Tabela 1).

Tabela 1 Lista de espécies examinadas, fontes de material vegetal e informações de vouchers.

Subfamília	Tribo	Gênero/ espécie	Local de coleta ¹	Voucher
IRIDOIDEAE	Tigridieae	<i>Phalocallis coelestis</i> Lehmann	Bituruna-PR/Brasil	187425/MBM
		<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt	Guarapuava- PR/Brasil	187418/ ICN
		<i>Gelasine coerulea</i> (Vellozo) Ravenna	Jaguariaíva-PR/Brasil	X
	Trimezieae	<i>Gelasine alba</i> sp. nov.	Água Doce-SC/ Brasil	411745/ MBM
		<i>Trimezia spathata</i> (Klatt) Baker	Faxinal do Céu-PR/ Brasil	X
		Sisyryncheae	<i>Sisyrynchium sellowianum</i> Klatt	Guarapuava- PR/Brasil
Iridieae	<i>Iris japonica</i> Thunb	Faxinal do Céu-PR/ Brasil	X	
CROCOIDEAE	Ixieae	<i>Crocospia crocosmiiflora</i> (Lemoine) N.E.Br.	Guarapuava- PR/Brasil	411746/ MBM

1. A origem geográfica de cada espécime. Posteriormente, eles foram cultivados no laboratório de Botânica Estrutural adjunto ao *campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro Oeste localizado em Guarapuava-PR/ Brasil.

X= números não foram enviados antes da data de entrega da dissertação.

1.2 Inclusão e microscopia de luz

Flores frescas em antese e pré-antese foram dissecadas sob um estereomicroscópio Zeiss Stemi SV6. Para as observações estruturais, as amostras foram fixadas em glutaraldeído a 1% e formaldeído a 4% (McDOWELL e TRUMP, 1976) em tampão de fosfato de sódio 0,1 M, pH 7,2; depois lavou-se em tampão de fosfato de sódio 0,1 M, pH 7,2 e por fim, com água destilada. Eles foram imediatamente desidratados em uma série graduada de soluções de etanol e incorporados em hidroxietilmetacrilato (GERRITS e SMID, 1983). Seções semi-finas (4-5 μm) obtidas com um micrótomo Zeiss Mikron foram coradas para histologia geral usando azul de toluidina O a 0,005% pH 4,4 (FEDER e O'BRIEN, 1968). As observações foram realizadas usando um microscópio de luz equipado com uma câmera Axio Cam ERc 5s, pelo programa Zen lite (2011).

1.3 Histoquímica

As seções semi-finas obtidas com o micrótomo foram submetidas aos seguintes testes histoquímicos para detectar classes de compostos químicos produzidos por glândulas florais ou acumuladas em tecidos: a solução de Lugol foi usada para detectar amido (JOHANSEN, 1940), ácido periódico-Schiff (PAS reação) para polissacarídeos totais (O'BRIEN & McCULLY, 1981) e cloreto férrico 10%, para substâncias fenólicas (JOHANSEN, 1940). Os testes histoquímicos para identificação de lipídios foram realizados em material fresco com Sudan Red 7B (BRUNDRETT et al., 1991) sendo o conteúdo corado de vermelho na presença de lipídios. Todas as imagens foram capturadas usando o microscópio de luz. Para todos os testes histoquímicos, controles apropriados foram executados simultaneamente.

1.4 Análises dos espessamentos do endotécio

Anteras maduras foram submetidas ao processo de maceração química em solução aquosa de ácido láctico 60% a 90°C por aproximadamente 3 horas até a dissociação dos tecidos e liberação dos espessamentos, em seguida foram montadas lâminas com glicerina para observação em microscopia de luz (NOEL, 1983 modificado).

1.5 Caracterização de estruturas secretoras e análise cladística

Foram obtidos dados anatômicos das flores (Tabela 2) e para otimização de caracteres, as estruturas secretoras foram codificadas usando três caracteres (Tabela 3). Os dados foram implementados no software Mesquite 2. 75 (MADDISON & MADDISON, 2010) para construção do cladograma.

Tabela 2. Relação dos caracteres e estado de caracter utilizados.

Caráter/ estado	estado 0	estado 1	estado 2	estado 3	estado 4	estado 5
(1) Tipo anatômico	ausente	elaióforo tricomático	nectários septais	nectário epitelial		
(2) Tipo de secreção	ausente	néctar	óleo			
(3) Localização da estrutura secretora	ausente	perigônio	coluna estaminal	filete	antera	ovário

Tabela 3. Otimização de caracter e estado de caracter observados em cada taxa de acordo com o resultado da tabela 2.

TAXA	CARACTER/ ESTADO		
	(1)	(2)	(3)
<i>Phalocallis coelestis</i>	1&3	1&2	1&3&4
<i>Trimezia spathata</i>	1	2	1
<i>Herbertia lahue</i>	1	2	1
<i>Gelasine coerulea</i>	3	1	3
<i>Gelasine alba</i>	3	1	3
<i>Iris japonica</i>	3	1	1
<i>Sisyrinchium sellowianum</i>	1	2	2
<i>Crocsmia crocosmiiflora</i>	2	1	5

2. RESULTADOS

2.1 Perigônio

O perigônio é gamotépalo em *I. japonica* e *C. crocosmiiflora*, a fusão das tépalas ocorre da região basal até a região mediana formando um curto tubo do cálice (Fig. 2a,b), no entanto, as tépalas internas e externas de *I. japonica* apresentam diferenças morfológicas marcantes. Em *P. coelestis*, *T. spathata*, *H. lahue*, *G. coerulea* e *G. alba* e *S. sellowianum* o perigônio é dialetépalo, apresentando diferenças morfológicas entre tépalas externas e internas, exceto em *S. sellowianum* (Fig. 2 c-h).

As flores são actinomórfas, exceto *C. crocosmiiflora* que possui flor zigomórfa. As tépalas são lanceoladas em *P. coelestis*, *H. lahue*, *G. coerulea*, *S. Sellowianum* e *C. crocosmiiflora* e ovaladas nas demais espécies (Fig. 2). Vale ressaltar que as tépalas internas de *P. coelestis*, *T. spathata* e *H. lahue* apresentam inúmeros tricomas unicelulares produtores de óleo, no entanto as duas primeiras apresentam uma pequena dobra na região mediana da tépala onde há maior concentração de tricomas (fig. 3 a-b).

Anatomicamente, as tépalas apresentam uma epiderme na face abaxial e adaxial uniestratificada com estômatos presentes (Fig. 4 a). O mesofilo apresenta parênquima de células poliédricas e aerênquima intercalado com feixes vasculares colaterais (Fig. 4 b). *Phalocallis coelestis*, *T. spathata*, *C. crocosmiiflora* e *H. lahue* apresentam epiderme papilosa da face adaxial das tépala externas (Fig. 4 b). *Crocoshia crocosmiiflora* apresenta epiderme papilosa em ambas as faces das tépalas e conteúdos fenólicos distribuídos no mesofilo ao redor dos feixes vasculares (Fig. 4 c).

Iris japonica apresenta um curto tubo do cálice, as células dessa região apresentam grande quantidade de feixes vasculares distribuídos ao logo de um tecido parenquimático composto por células poligonais com espaços intercelulares (Fig. 5 a). A epiderme interna deste tubo apresenta células tabulares com uma espessa parede celular externa e interna rica em pectina no sentido periclinal, o núcleo conspícuo se destaca e algumas células do parênquima também possuem esta característica (Fig. 5 b).

Tricomas unicelulares curtos e delgados ocorrem na face abaxial de *S. sellowianum* (Fig. 6 a) e na face adaxial da tépala externa de *I. japonica* (Fig. 6 b). Tricomas unicelulares longos e delgados ocorrem na face adaxial das tépalas internas em *P. coelestis* e *T. spathata* (Fig. 6 c-d), e curtos e espessos em *H. lahue* (Fig. 6 e).

O teste para presença de lipídios foi positivo para as três espécies (Fig. 6 f-g). Os tricomas apresentam cutícula muito fina, sendo quase imperceptível em microscopia de luz (Fig. 7).

Tabela 4. Caracteres anatômicos e morfológicos do perigônio de flores de Iridaceae. 1 – *Phalocallis coelestis*, 2 – *Trimezia spathata*, 3 – *Herbertia lahue*, 4 – *Gelasine coerulea*, 5 – *G. alba*, 6 – *Iris japonica*, 7 – *Sisyrinchium sellowianum*, 8 – *Crocsmia crocosmiiflora*.

CARACTERES E ESTADO DE CARACTER		1	2	3	4	5	6	7	8
	Flor: (1) zigomórfica; (2) actinomórfica.	1	1	1	1	1	1	2	2
	Perigônio: (1) Gamopétala (2) Dialepétala.	1	1	1	1	1	2	1	2
TÉPALA EXTERNA	Epiderme adaxial: (1) lisa; (2) papilosa.	2	2	1	1	1	1	1	2
	Epiderme abaxial: (1) lisa; (2) papilosa.	1	1	1	1	1	1	1	2
	Aerênquima no mesofilo: (0) ausente (1) presente	1	1	1	1	1	1	1	1
	Idioblasto: (0) ausente; (1) presente	0	0	0	0	0	0	0	1
	Estômatos: (0) ausente; (1) presente	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tricomas unicelulares glandulares: (0) ausente; (1) epiderme adaxial; (2) epiderme abaxial.	1	1	1	0	0	1	0	2
TÉPALA INTERNA	Epiderme adaxial: (1) lisa; (2) papilosa.	1	2	1	1	1	2	1	2
	Epiderme abaxial: (1) lisa; (2) papilosa.	1	1	1	1	1	1	1	2
	Aerênquima no mesofilo: (0) ausente (1) presente	1	1	1	1	1	1	1	1
	Idioblasto: (0) ausente; (1) presente	0	0	0	0	0	0	0	1
	Estômatos: (0) ausente; (1) presente	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tricomas: (0) ausente; (1) epiderme adaxial; (2) epiderme abaxial.	1	1	1	0	0	0	2	0

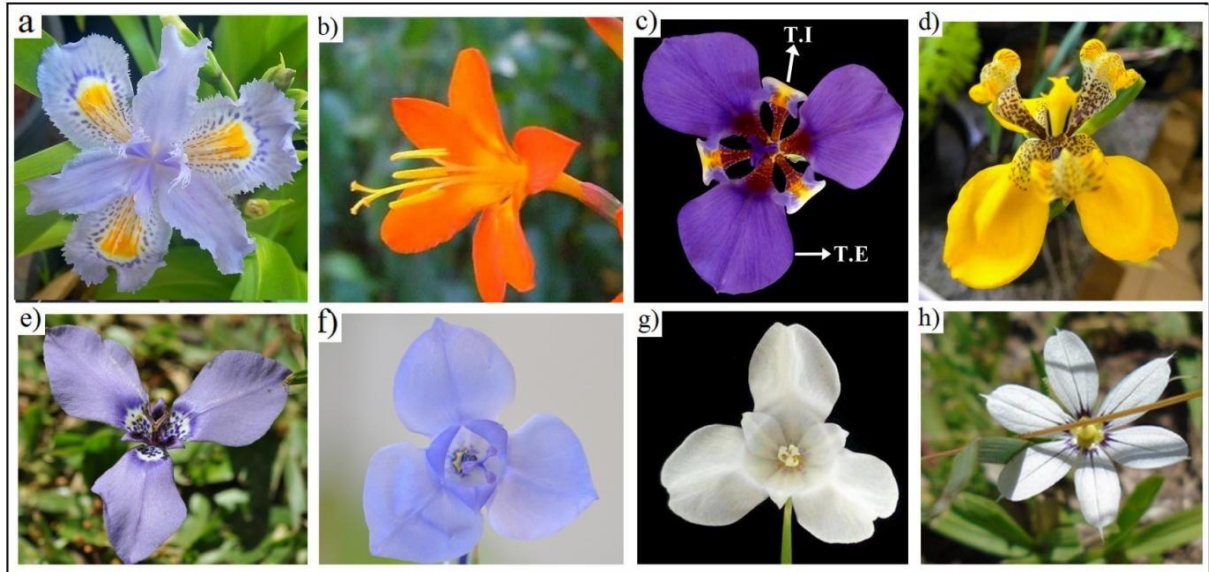


Figura 2. Diversidade da morfologia floral em Iridaceae. (a) *Iris japonica* Thunb., (b) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br., (c) *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna, (d) *Trimezia spathata* (Klatt) Baker, (e) *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, (f) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna, (g) *Gelasine alba* sp. nov., (h) *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker.

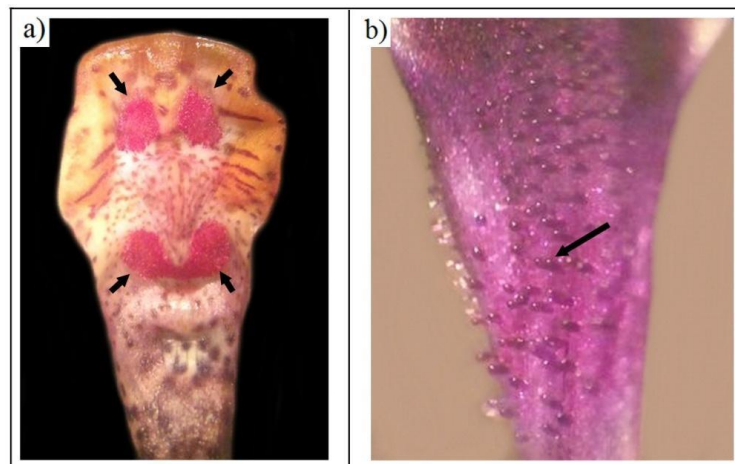


Figura 3. Localização dos elaióforos na tépala interna. (a) *Trimezia spathata* (Klatt) Baker, elaióforos entre as duas dobras da tépala interna (seta). (b) *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, elaióforos na parte basal da tépala interna (seta).

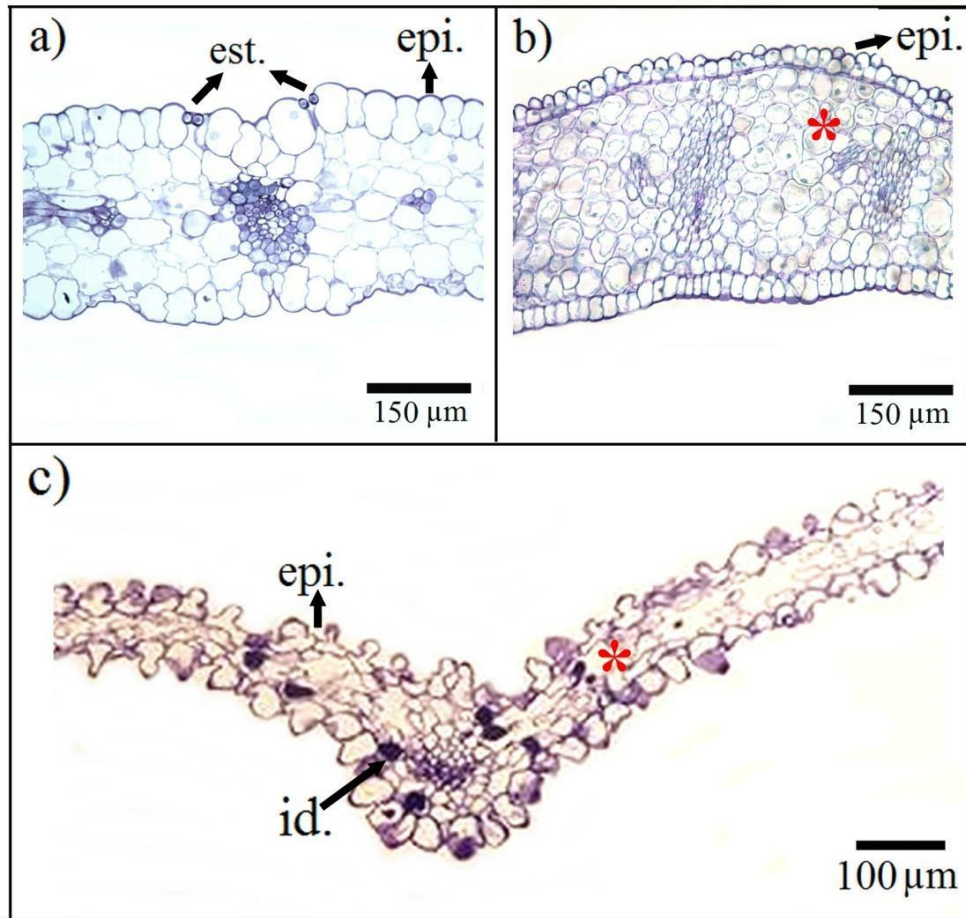


Figura 4. Seção transversal da tépala externa. (a) *Gelasine alba* sp. nov. evidenciando epiderme (epi) uniestratificada com estômatos (est) na face adaxial. (b) *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna evidenciando epiderme (epi) papilosa na face adaxial separado por muitos espaços de ar. (c) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. evidenciando epiderme papilosa em ambas as faces da tépala e conteúdos fenólicos distribuídos no mesofilo ao redor dos feixes vasculares.

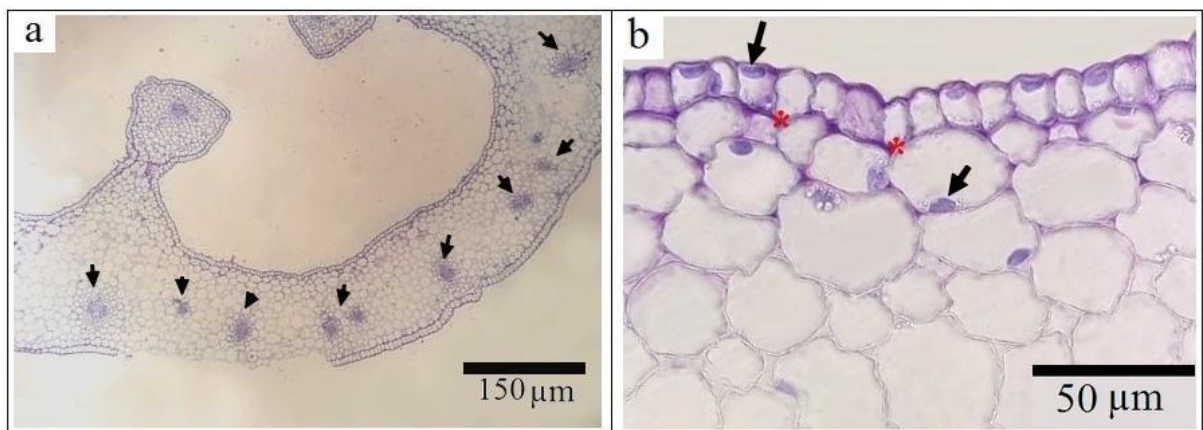


Figura 5. Seção transversal da base do tubo do cálice de *Iris japonica* Thunb. (a) Grande quantidade de feixes vasculares (setas) distribuídos ao longo de um tecido parenquimático composto por células poligonais com espaços intercelulares. (b) Epiderme interna do tubo apresentando células tabulares com parede celular periclinal interna e externa espessa rica em pectina (asterisco), com núcleo evidente (seta).

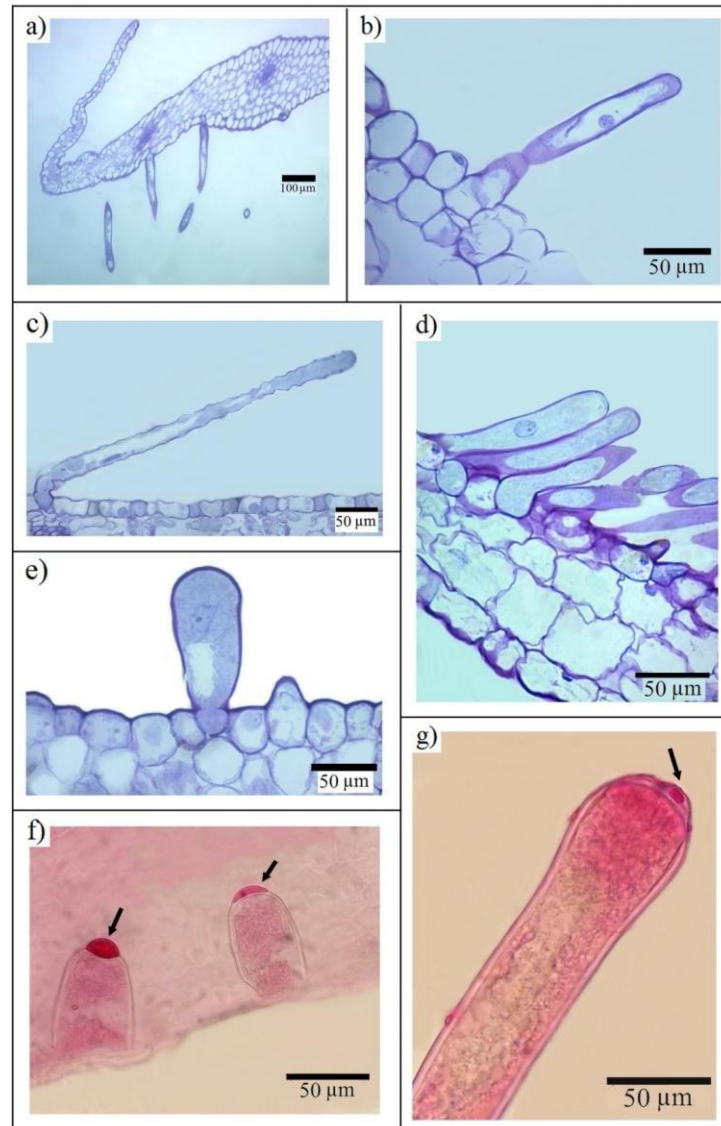


Figura 6. Morfologia dos tricomas unicelulares localizados no perigônio. **(a)** Seção transversal (S.T) do tricoma não glandular de **(a)** *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker na face abaxial da tépala externa e **(b)** *Iris japonica* Thunb. na face adaxial da tépala externa. Tricomas glandulares elaióforos presentes na face adaxial da tépala interna de **(c)** *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna, **(d)** *Trimezia spathata* (Klatt) Baker e **(e)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt. Flecha indicando presença de óleo entre a epiderme e a cutícula do elaióforo de **(f)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt e **(g)** *Trimezia spathata* (Klatt) Baker.

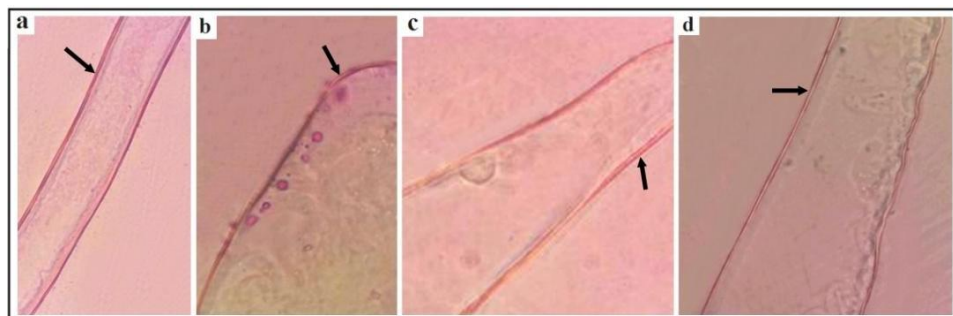


Figura 7. Parede celular e cutícula dos elaióforos. **(a)** *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker apresentando parede espessa e cutícula homogênea, **(b)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, **(c)** *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna e **(d)** *Trimezia spathata* (Klatt) Baker apresentando cutícula pouco perceptível.

2.2 Androceu

O androceu é constituído por três estames livres em *P. coelestis*, *T. spathata*, *G. alba*, *G. coerulea* e *H. lahue*. *Crocasmia crocosmiiflora* e *I. japonica* apresentam estames epitépalos. *Sisyrinchium sellowianum* apresenta estames adnatos formando uma coluna estaminal. As anteras são tetrasporangiadas, possuem deiscência rimosa e são do tipo basifixas, exceto em *C. crocosmiiflora* que é do tipo dorsifixas.

As anteras em antese não apresentam um padrão infragenérico, sendo diferenciadas morfologicamente (Fig. 8). Os estratos parietais estéreis são constituídos pela epiderme, endotécio e o conectivo, sendo esse último o local onde os feixes vasculares dos filetes alcançam os tecidos da antera. A camada média e tapete são efêmeros e ausentes nesta fase do desenvolvimento. Na maioria das espécies, o pólen possui o citoplasma granuloso o qual foi positivo para polissacarídeos insolúveis (Fig. 9 a).

Os filetes possuem epiderme uniestratificada e tricomas unicelulares estão presentes na epiderme de *I. japonica* e *S. sellowianum* (Fig. 10 a - b). Idioblastos com conteúdo fenólico distribuem-se próximos ao feixe vascular do tipo colateral de *C. crocosmiiflora* (Fig 10 b). *Sisyrinchium sellowianum* apresenta uma coluna estaminal alongada e cilíndrica, contendo tricomas unicelulares alongados e delgados com porção apical dilatada ao longo da epiderme externa (Fig. 10 c-d). As células epidérmicas do filete de *P. coelestis*, *G. alba* e *G. coerulea* apresentam citoplasma denso, núcleo conspícuo e inúmeros vacúolos (Fig. 11 a-c), com uma camada espessa de pectina na parede periclinal externa (Fig. 11 a-e). Em *P. coelestis*, estômatos com conteúdo na sua parte exterior se encontram próximo aos espaços subcuticulares (Fig. 11 a). Puderam-se observar conteúdos pécticos acumulados nos espaços intercelulares entre a epiderme e as células da subderme (Fig. 11 a-d-e) e uma cutícula espessa (Fig. 11 f).

A epiderme da antera é uniestratificada e recoberta por uma cutícula relativamente fina (Fig. 12 a). Apresenta estômatos localizados nas regiões dos sacos polínicos, geralmente mais próximos à deiscência (Fig. 12 b), exceto *S. sellowianum*, que apresenta estômatos próximos à epiderme do conectivo (Fig. 12 c). *Crocasmia crocosmiiflora* e *T. spathata* apresentam células estomiais alongadas anticlinalmente próximo à região de deiscência, no arco externo de cada saco polínico (Fig. 13 a-b). *Sisyrinchium sellowianum* apresenta membrana peritapetal evidente. (Fig. 13 c).

Phalocallis coelestis possui conectivo formado por quatro expansões laterais, entre essas expansões foi evidenciado conteúdo de secreção (Fig. 14 a). As células dessa região são alongadas anticlinalmente, tanto na face dorsal quanto ventral da antera (Fig. 14 b).

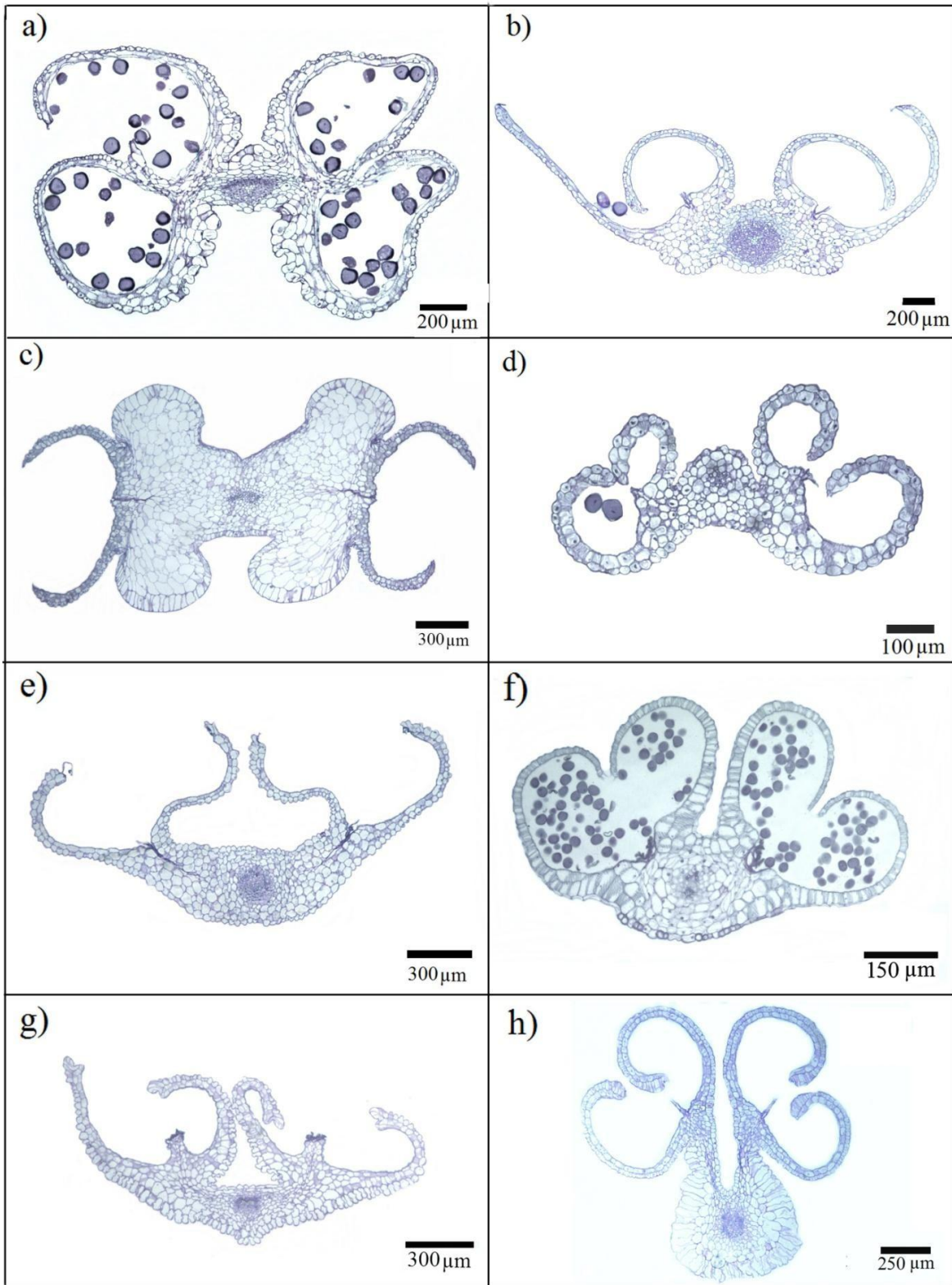


Figura 8. Seções transversais medianas de anteras de espécies de Iridaceae. **(a)** *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna, **(b)** *Gelasine alba* sp. nov., **(c)** *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna, **(d)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, **(e)** *Iris japonica* (Thunb), **(f)** *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker, **(g)** *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br, **(h)** *Trimezia spathata* (Klatt) Baker.



Figura 9. Seção transversal dos grãos de pólen de Iridaceae com detecção de compostos PAS-positivos no citoplasma (a) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. e (b) *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna. (cg: célula generativa; nu: núcleo da célula vegetativa).

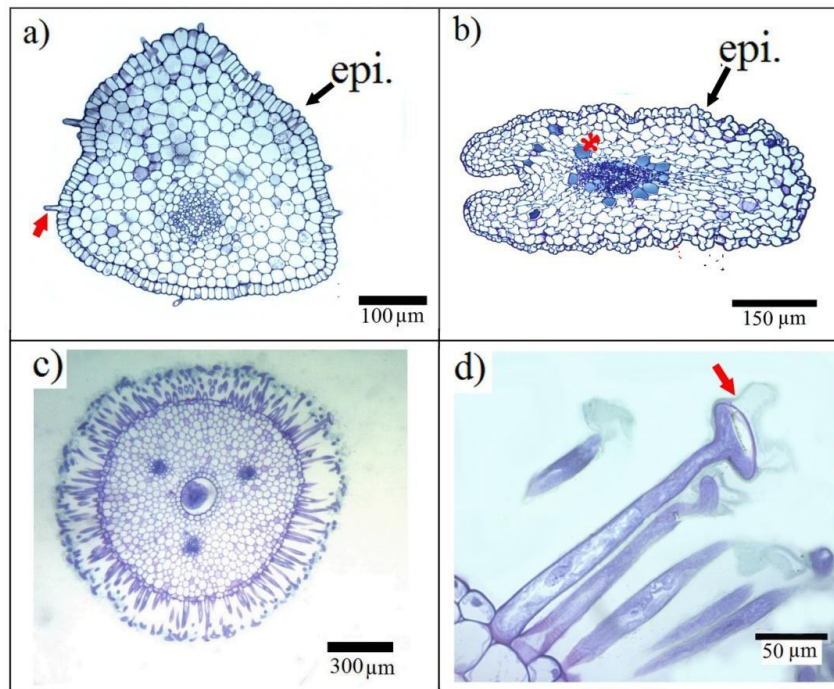


Figura 10. Seção transversal (S.T) do filete. (a) *Iris japonica* Thunb. evidenciando os tricomas unicelulares. (b) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br., evidenciando epiderme (epid.) composta por células poligonais com sinuosidades na parede anticlinal e conteúdo fenólico (asterisco). (c) e (d) S.T da coluna estaminal de *Sisyrrinchium sellowianum* (Klatt) Baker evidenciando tricomas unicelulares alongados e delgados e porção apical ampliada na região do blister (seta).

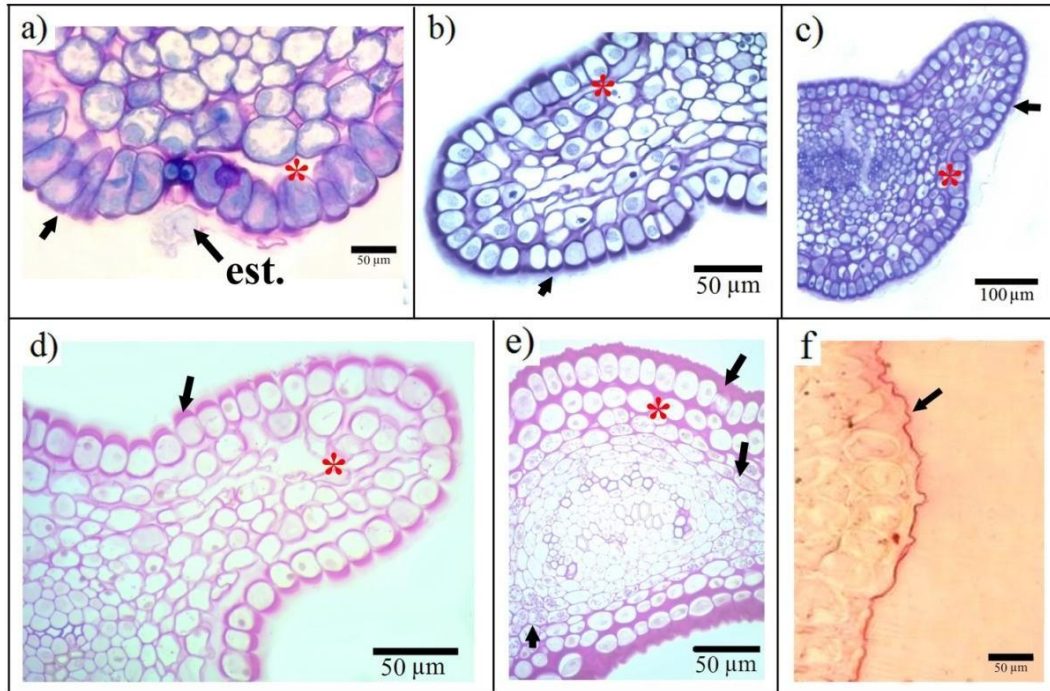


Figura 11. Seção transversal (S.T) do filete. (a) *Phalocallis coelestis* (Lehm.) Ravenna com detalhe para células epidérmicas com citoplasma denso, núcleo conspícuo e inúmeros vacúolos, asterisco evidenciando espaços subepiteliais e seta indicando estômato (est). (b-e) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna e (c-d) *Gelasine alba* sp. nov. evidenciando epiderme com espaços na subderme (*) e parede celular espessa de pectina (seta). (f) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna com cutícula evidente (seta).

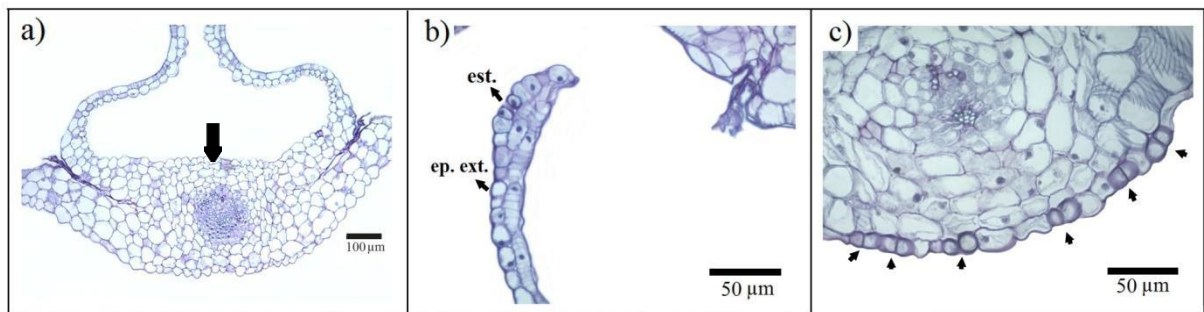


Figura 12. Seção transversal da antera. (a) *Iris japonica* Thunb. evidenciando epiderme. (b) *Gelasine alba* sp. nov. evidenciando estômatos (est.) na região de deiscência. (c) *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker evidenciando estômatos na região do conectivo (cabeça de seta).

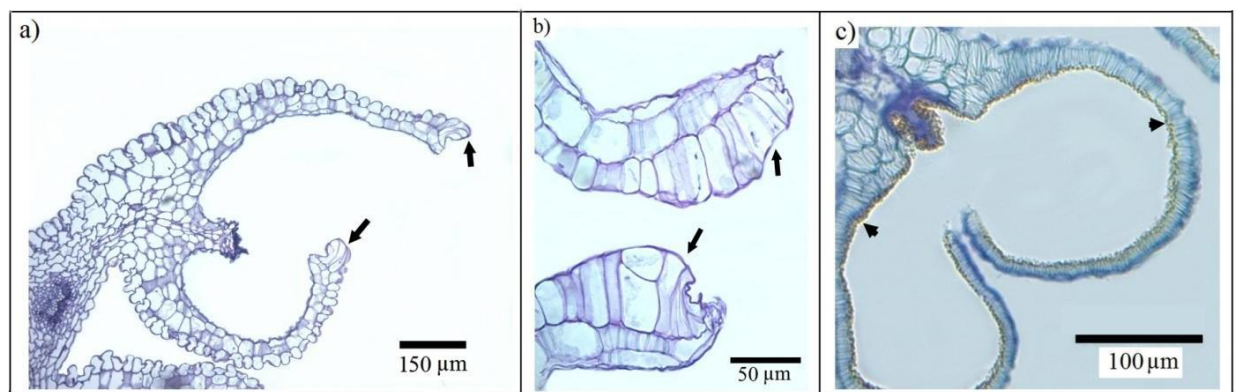


Figura 13. Seção transversal da região de antese da antera. (a) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. e (b) *Trimezia spathata* (Klatt) Baker evidenciando células estomiais (setas). (c) *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker evidenciando membrana peritapetal (cabeça de seta).

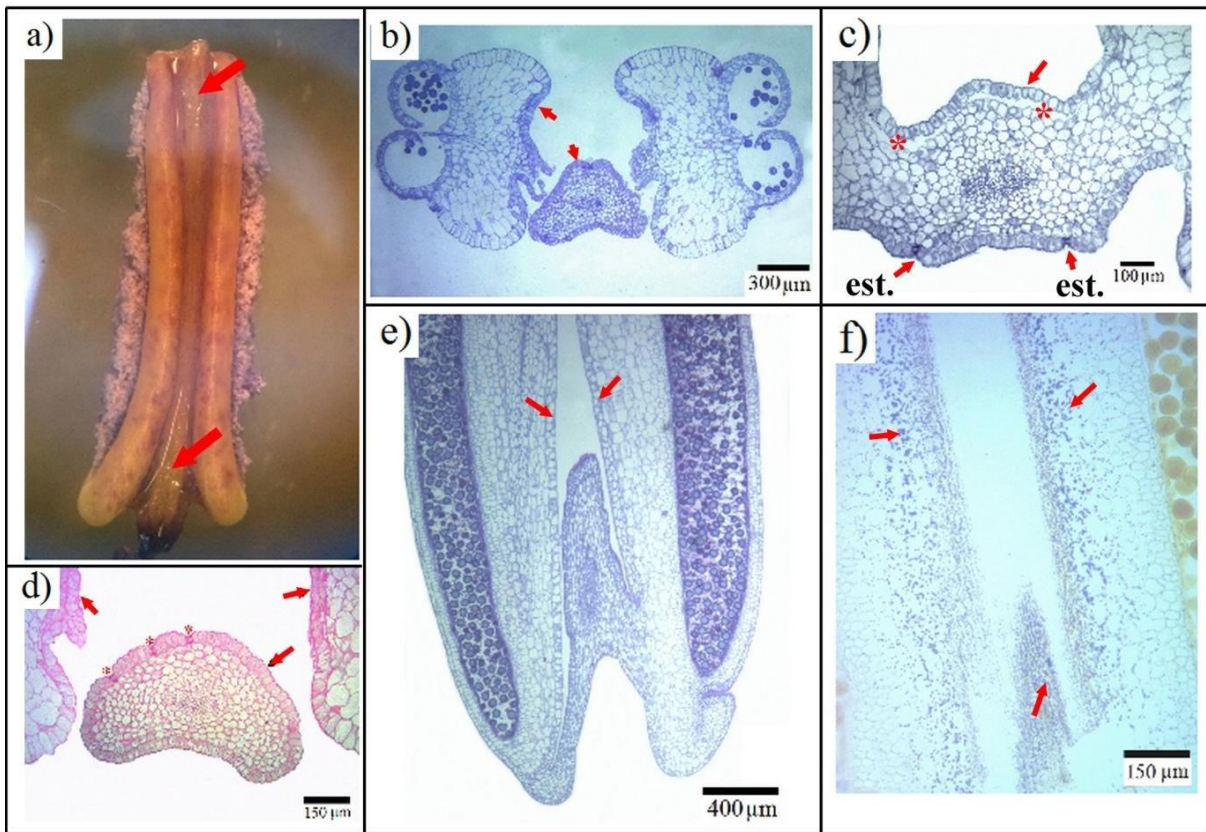


Figura 14. Morfo-anatomia da antena de *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna. **(a)** Região de secreção (setas). **(b)** Seção transversal (S.T) da antena evidenciando a epiderme de células alongadas anticlinalmente com aspecto secretor ao longo das expansões e conectivo (setas). **(c)** S.T evidenciando epiderme secretora na região do conectivo com estômatos (est.) presentes e espaços na subderme (asteriscos). **(d)** S.T da base da antena em transição com o filete com polissacarídeos presentes (setas). **(e-f)** Seção longitudinal (S.L) da antena em pré-antena de *P. coelestis* evidenciando epiderme, **(f)** detalhe para grande quantidade de grãos de amido presente na epiderme e subderme (setas).

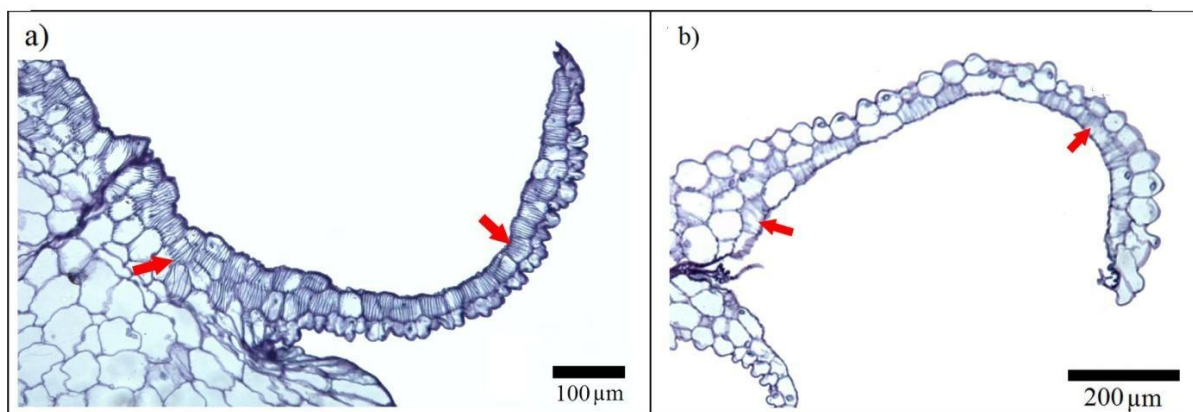


Figura 15. Seção transversal da anatomia da antena de **(a)** *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna e **(b)** *Iris japonica* Thunb. com endotécio apresentando espessamentos (seta).

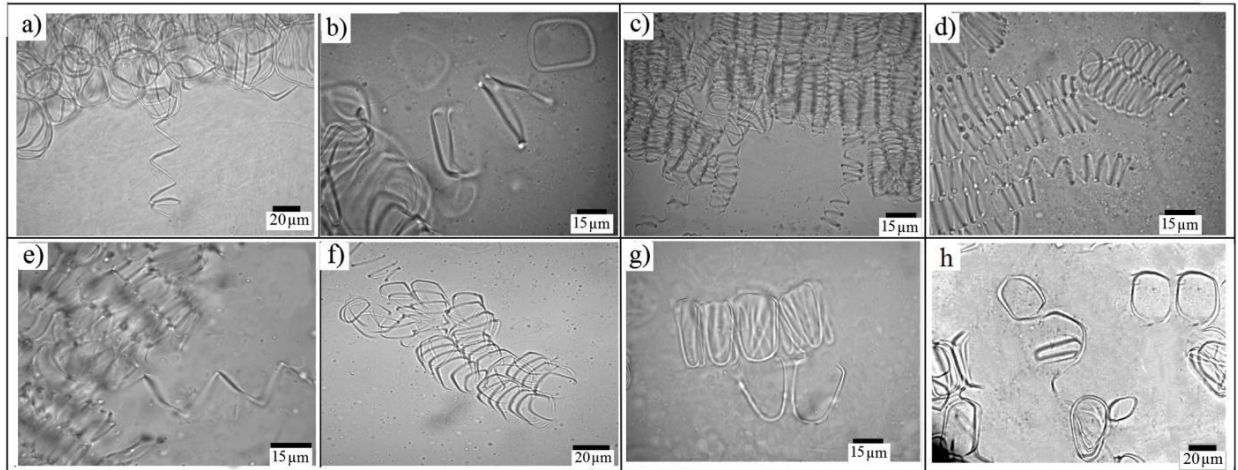


Figura 16. Espessamentos do endotécio. **(a)** *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna com espessamentos do tipo helicoidal. **(b)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt espessamentos helicoidais interrompidos em anéis. **(c)** *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna com espessamentos helicoidais. **(d)** *Gelasine alba* sp. nov. apresentando espessamentos helicoidais interrompidos em anéis. **(e)** *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. com espessamentos helicoidais **(f)** *Iris japonica* Thunb e **(g)** *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Klater apresentando espessamentos em “U”. **(h)** *Trimezia spathata* (Klatt) Baker com espessamentos helicoidais interrompidos em anéis.

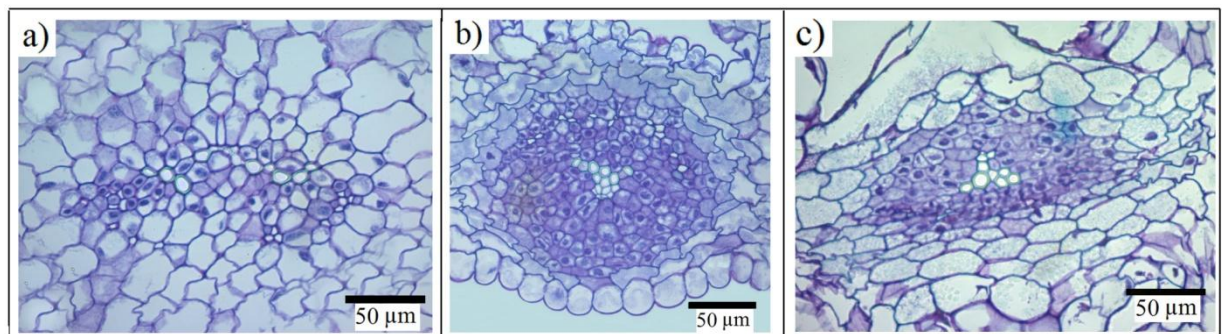


Figura 17. Seção transversal (S.T) da antera. **(a)** *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna: detalhe da região conectival evidenciando o feixe vascular do tipo colateral. **(b)** *Gelasine alba* sp. nov. e **(c)** *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna evidenciando feixe vascular anficrival associados a um tecido parenquimático composto por células de transferência. **(d)** *Gelasine alba* sp. nov. e **(e)** *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna evidenciando reserva de amido na região do conectivo (seta).

2.3 Gineceu

As espécies apresentam o estigma trirramificado apicalmente, exceto *P. coelestis*, *T. spathata*, *H. lahue* e *I. japonica* que é petaloide. Apresenta superfície receptiva constituída por papilas estigmáticas cilíndricas com cutícula extremamente fina, quase imperceptível, e diferem estruturalmente entre as espécies. Em *P. coelestis*, *T. spathata* e *G. alba* as papilas são alongadas e delgadas, enquanto que nas demais espécies são curtos e espessos (Fig. 18).

O estilete apresenta tecido transmissor do tipo oco com formato arredondado em *H. lahue*, ovoide em *S. sellowianum* e triangular nas demais espécies (Fig. 19). A epiderme externa é uniestratificada com parede celular espessa rica em pectina na porção periclinal externa. As células são poligonais alongadas anticlinalmente em *Phalocallis c.*, *H. lahue*, *G. alba*, *G. coerulea*, *T. spathata* e *C. crocosmiiflora* (Fig. 20 a), enquanto que em *I. japonica* e *S. sellowianum* são ovoides (Fig. 20 b). O mesofilo é homogêneo com cerca de seis a oito estratos celulares e com três feixes vasculares colaterais entrepostos em seu interior. Conteúdo fenólico foi detectado em *T. spathata* e *C. crocosmiiflora* (Fig. 20 c). A epiderme interna possui células papilosas com citoplasma denso e aspecto secretor ao longo de sua extensão (Fig. 20 a), exceto *I. japonica* que apresentou três grandes expansões, as quais somente as células desta região são de aspecto secretor (Fig. 20 d). *Phalocallis coelestis* apresenta epiderme externa do estilete com citoplasma denso, rico em polissacarídios e cutícula evidente (Fig. 21).

O ovário é tricarpelar, trilocular, com placentação axial e sua morfologia e tamanho variam de acordo com a espécie (Fig. 22). Apresenta epiderme externa uniestratificada formada por células tabulares com parede periclinal externa revestida por uma cutícula espessa (Fig. 23 a). *Gelasine coerulea* e *G. alba* apresentam grande quantidade de compostos fenólicos nesta região (Fig. 23 b) enquanto que *S. sellowianum* apresenta tricomas unicelulares (Fig. 23 c). Estômatos foram observados em todas as espécies do presente estudo (Fig. 23 d). O mesofilo homogêneo possui entre nove e treze estratos celulares e idioblastos contendo oxalato de cálcio (formato estiloide) ocorrem próximos aos feixes vasculares (Fig. 23 e), exceto em *S. sellowianum*. Conteúdos fenólicos estão presentes em *H. lahue*, *T. spathata* e *C. crocosmiiflora*. Em *H. lahue* e *T. spathata* este conteúdo se encontra restrito ao mesofilo externo (Fig. 23 f), enquanto que em *C. crocosmiiflora* estão distribuídos também na região septal, no eixo central do ovário, e em grande quantidade no tegumento externo dos rudimentos seminiais e região da placenta (Fig. 23 g). A epiderme interna é uniestratificada com células tabulares alongadas periclinalmente portando estômatos comunicando com o interior do lóculo (Fig. 23 h).

A região septal apresenta seis feixes vasculares ventrais que convergem para a região funicular dos rudimentos seminiais (Fig. 24 a). As células da região da placenta apresentam aspecto papiloso e parede predominantemente péctica (Fig. 24 a). *Crocasmia crocosmiiflora* apresenta ramificações dos feixes ventrais com variações na sua disposição, além disso, possui três nectários septais (Fig. 24 b). Os nectários ocorrem ao longo das paredes periclinais internas de cada carpelo na região dos septos (Fig. 24 c), formando uma cavidade que se prolonga e extravasa para o meio externo os conteúdos próximo à região apical do ovário na forma de poro (Fig. 24 d).

Amido foi evidenciado no parênquima adjacente aos feixes vasculares dorsais (Fig. 25 a). Em *G. coerulea*, *G. alba*, *I. japonica* e *C. crocosmiiflora* também ocorrem na região do mesofilo, septos e rudimentos seminiais (Fig. 25 b-c). Em *C. crocosmiiflora* ocorrem em maior quantidade na região do eixo central, adjacente aos nectários septais (Fig. 25 d).

Os rudimentos seminiais são numerosos, anátropos, bitegumentados e o nucelo apresenta dois estratos celulares com células isodiamétricas e a porção calazal bem desenvolvida (Fig. 26 a- b).

Tabela 6. Caracteres anatômicos e morfológicos do gineceu de flores de Iridaceae. 1 – *Phalocallis coelestis*, 2 – *Trimezia spathata*, 3 – *Herbertia lahue*, 4 – *Gelasine coerulea*, 5 – *Gelasine alba*, 6 – *Iris japonica*, 7 – *Sisyrinchium sellowianum*, 8 – *Crocsmia crocosmiiflora*.

CARACTERES E ESTADO DE CARACTER		1	2	3	4	5	6	7	8
OVÁRIO	Substância fenólica: (0) Ausente (1) Presente.	0	1	1	1	1	0	0	1
	Tricomas unicelulares: (0) Ausente (1) Presente.	0	0	0	0	0	0	1	0
	Estômatos: (0) Ausente (1) Presente.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estiloide: (0) Ausente (1) Presente.	1	1	1	1	1	1	0	1
	Nectários septais: (0) Ausente (1) Presente.	0	0	0	0	0	0	0	1
	Amido: (0) Ausente (1) Presente.	1	1	1	1	1	1	1	1
ESTILETE	Tecido transmissor oco: (0) Ausente (1) Presente.	1	1	1	1	1	1	1	1
	Formato: (0) Arredondado, (1) Ovoide, (2) Triangular	2	2	0	2	2	2	1	2
	Epiderme externa secretora: (0) Ausente (1) Presente.	1	0	0	0	0	0	0	0
	Substância fenólica: (0) Ausente (1) Presente.	0	0	0	0	0	0	0	1
	Epiderme interna: (0) Papilosa, (1) Lisa.	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTIGMA	(0) Terminal trirramificado, (1) Petaloide	1	1	1	0	0	1	0	0
	Tricomas unicelulares: (0) Longos, (1) Curtos.	0	1	1	1	0	1	1	1

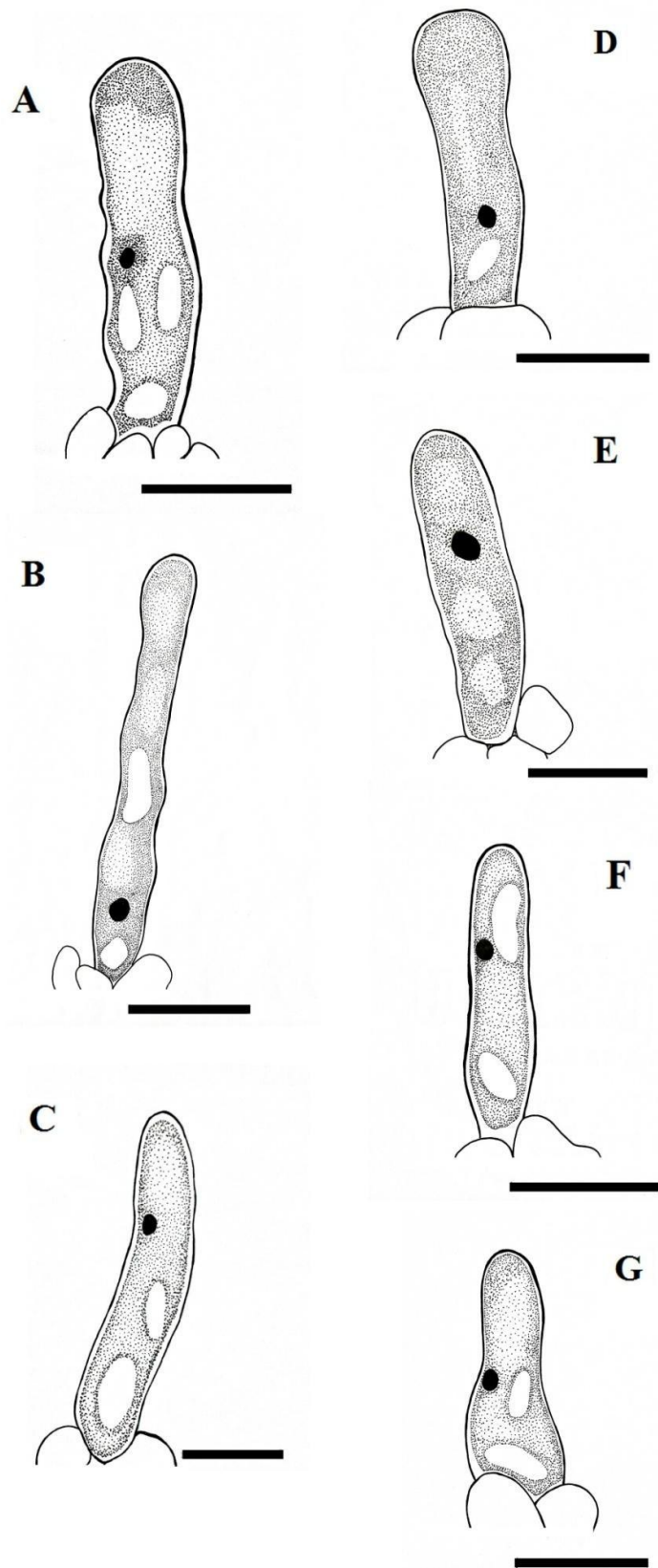


Figura 18. Morfologia da papila estigmática. (a) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. (b) *Gelasine alba* sp. nov. e (c) *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna apresentam papilas alongadas e delgadas, (d) *Iris japonica* Thunb. (e) *Trimezia spatatha* (Klatt) Baker (f) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna e (g) *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt apresentando papilas curtas e espessas (Escala:50 μ m) (Ilustração: Daiane Ferreira Gonçalves).

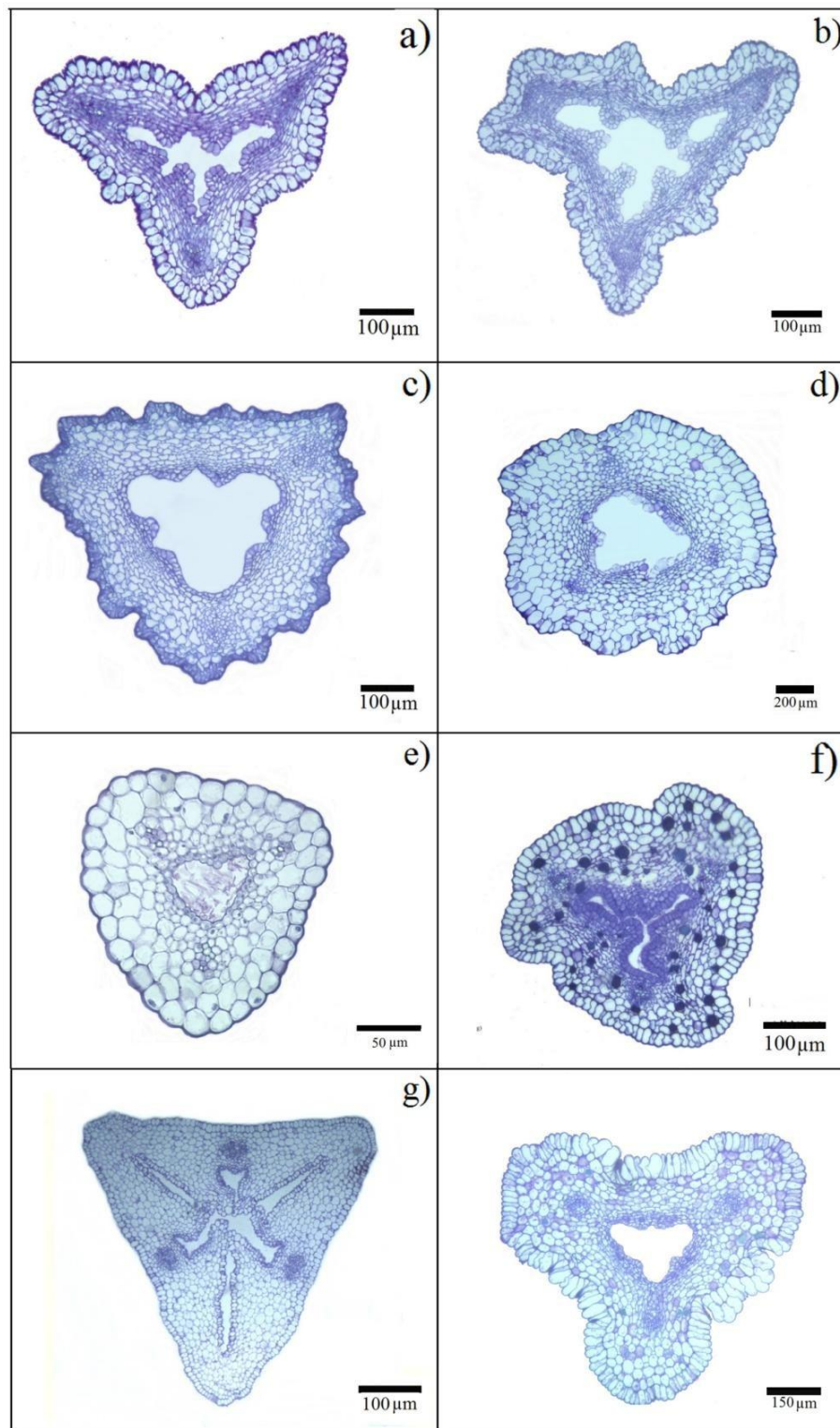


Figura 19. Seção transversal mediana do estilete de (a) *Gelasine alba* sp. nov., (b) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna, (c) *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna, (d) *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt, (e) *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker, (f) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br., (g) *Iris japonica* Thunb. e (h) *Trimezia spathata* (Klatt) Baker.

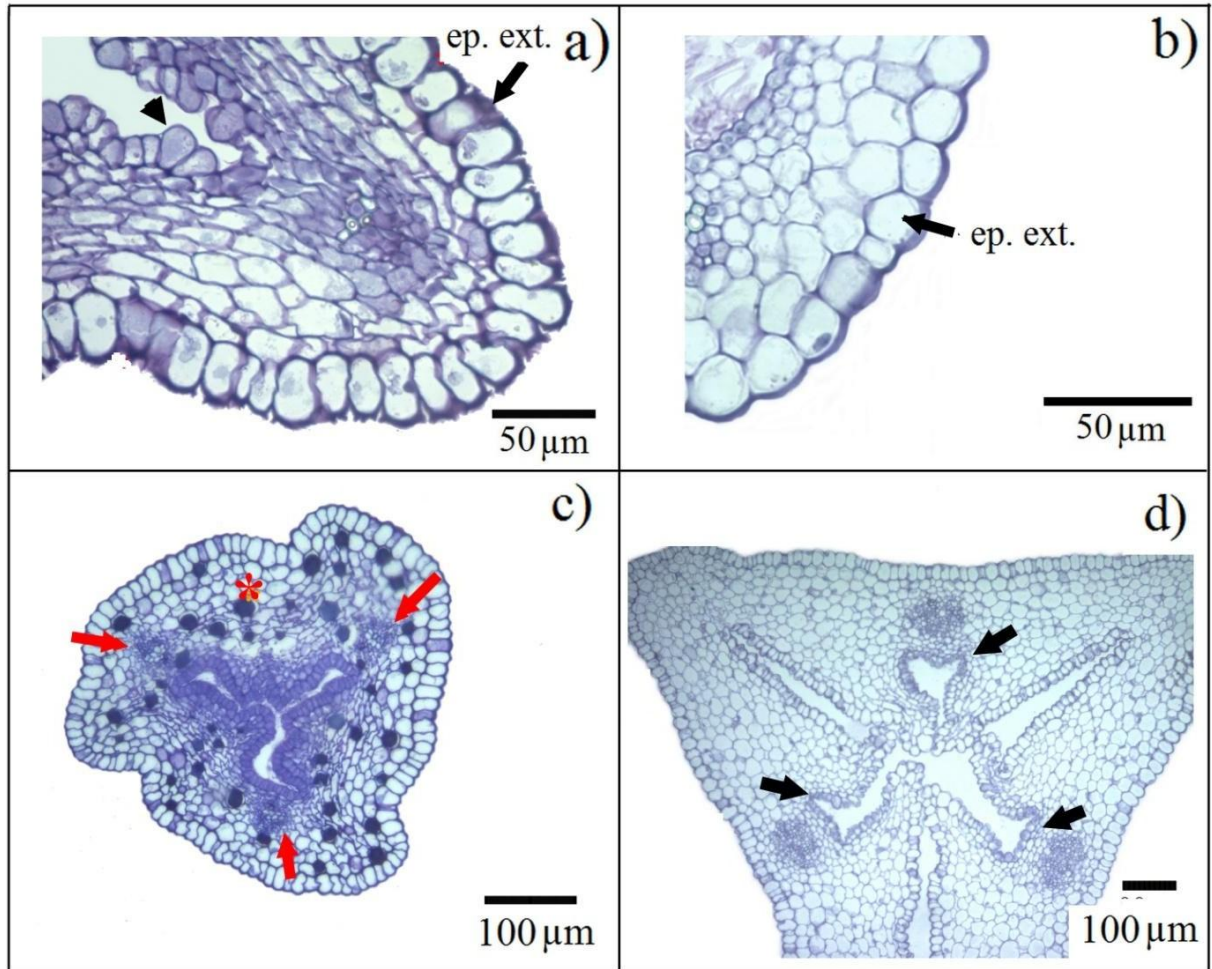


Figura 20. Detalhe do estilete em seção transversal. (a) *Gelasine alba* sp. nov. evidenciando epiderme externa (ep. ext.) formada por células tabulares e epiderme interna papilosa (cabeça de seta). (b) *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) evidenciando epiderme externa formada por células ovóides. (c) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. evidenciando feixes vasculares (setas) e conteúdo fenólico (asterisco). (d) *Iris japonica* Thunb evidenciando expansões na epiderme interna com aspecto secretor (setas).

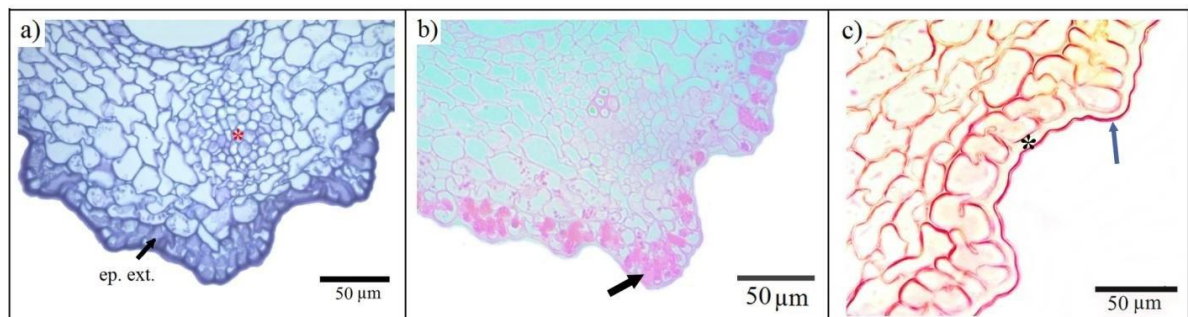


Figura 21. Seção transversal do estilete de *Phalocallis coelestis* (Vellozo) Ravenna (a) As células da epiderme externa apresentam citoplasma denso (seta). (b) Polissacarídeos presente no citoplasma das células da epiderme externa (seta). (c) Epiderme externa com parede periclinal externa espessa (asterisco) e cutícula evidente (seta).

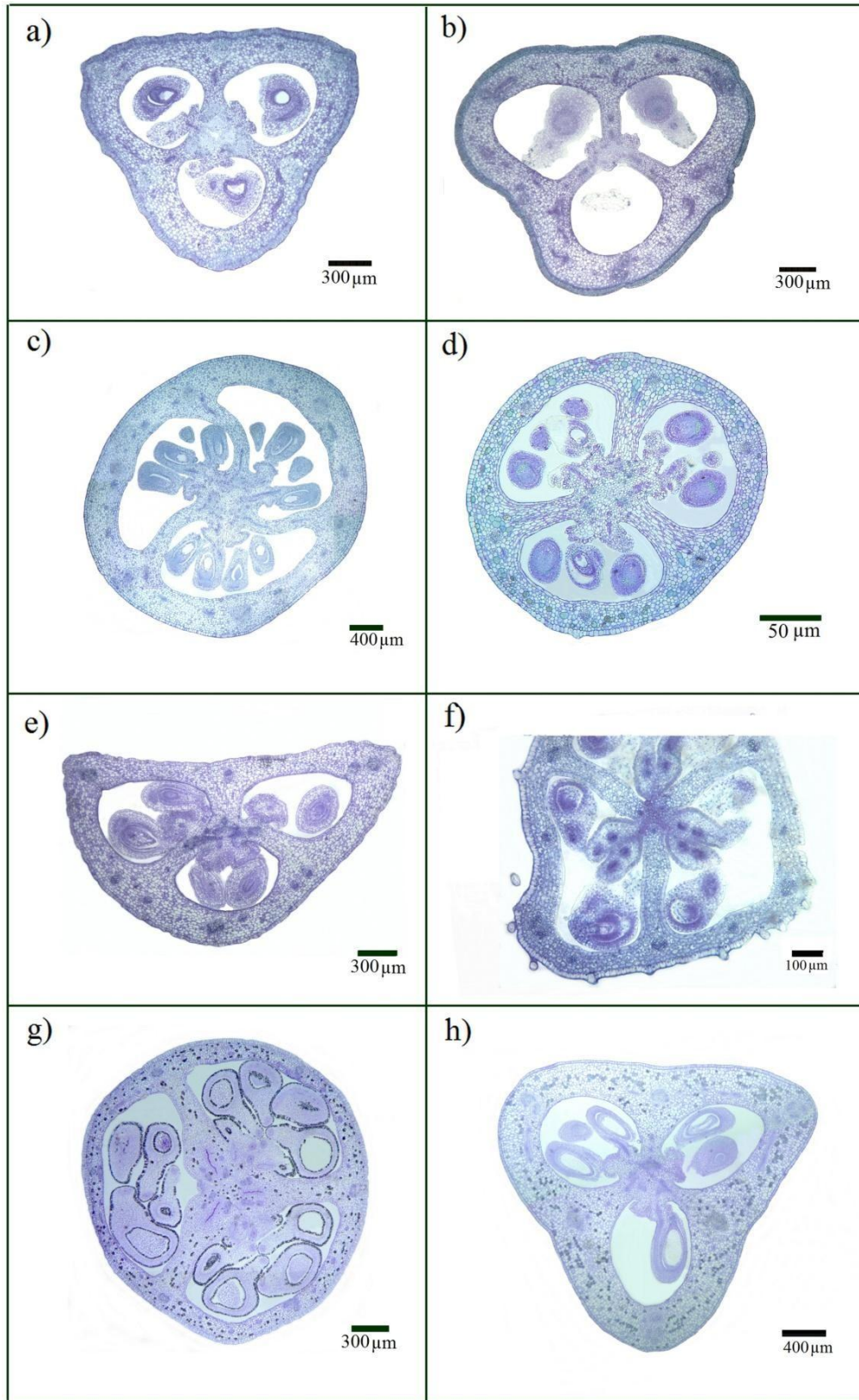


Figura 22. Seção transversal mediana do ovário de (a) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna ; (b) *Gelasine alba* sp. nov., (c) *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna; (d) *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt; (e) *Iris japonica* (Thunb); (f) *Sisyrinchium sellowianum* (Klatt) Baker, (g) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br.e (h) *Trimezia spathata* (Klatt) Baker.

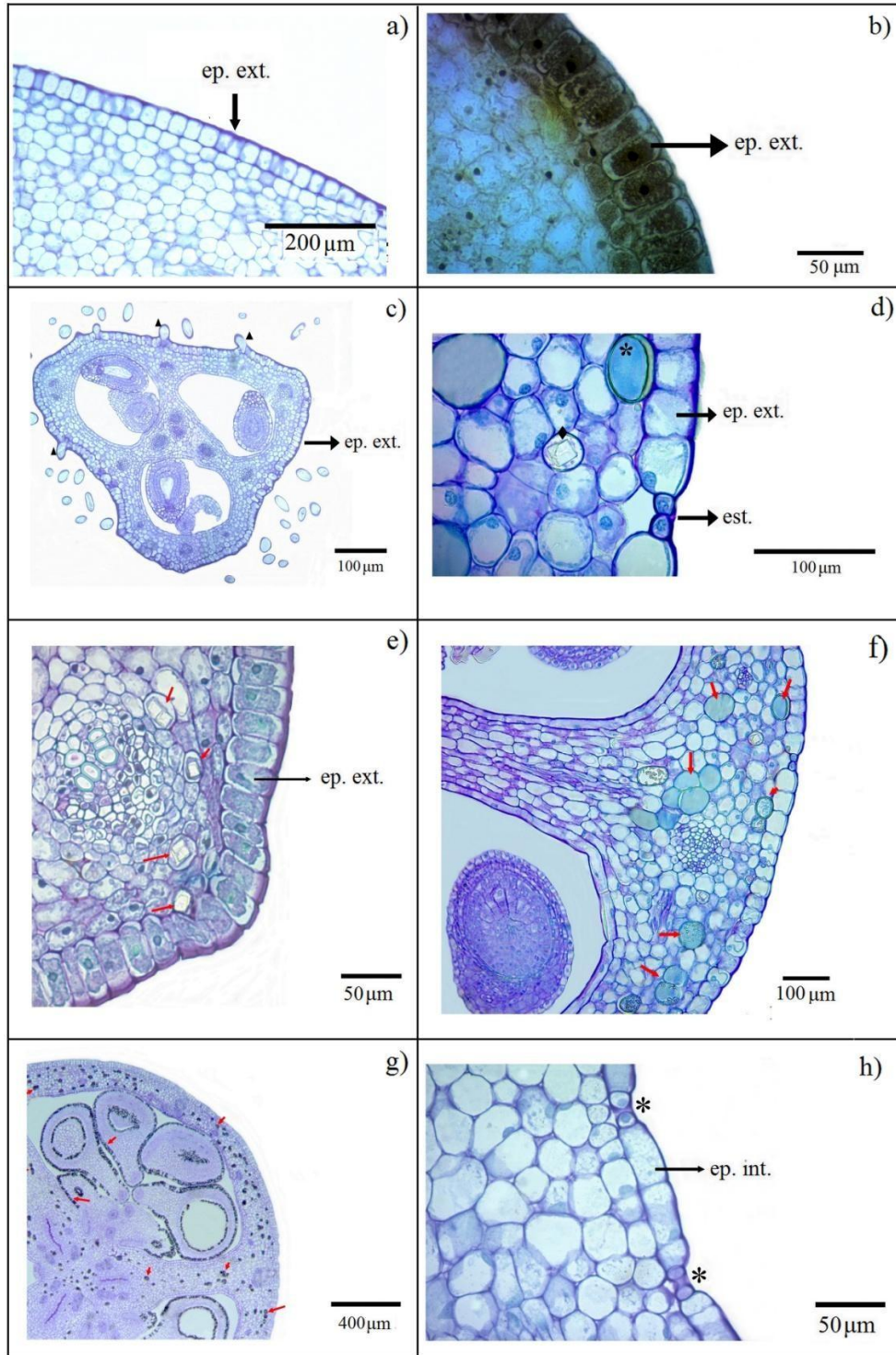


Figura 23. Seção transversal do ovário. **(a)** *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna evidenciando epiderme uniestratificada formada por células tabulares com parede periclinal externa revestida por uma camada espessa de pectina (seta). **(b)** *Gelasine alba* sp. nov. com detalhe para epiderme rica em compostos fenólicos (seta). **(c)** *Sisirinchium sellowianum* (Klatt) Baker evidenciando epiderme externa (ep. ext) com tricomas unicelulares (cabeça de seta). **(d)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt com detalhe para o estômato (est) presente na epiderme esterna, cristal de oxalato de cálcio (◆) e idioblasto (*). **(e)** *Gelasine alba* sp. nov. apresentando vários cristais estiloides (setas) ao redor do feixe vascular dorsal. **(f)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt evidenciando substância fenólica (setas) presente no mesofilo externo do ovário. **(g)** *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br evidenciando grande quantidade de substância fenólica (setas) por todo ovário. **(h)** *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna evidenciando estômatos (*) na epiderme interna (ep. int).

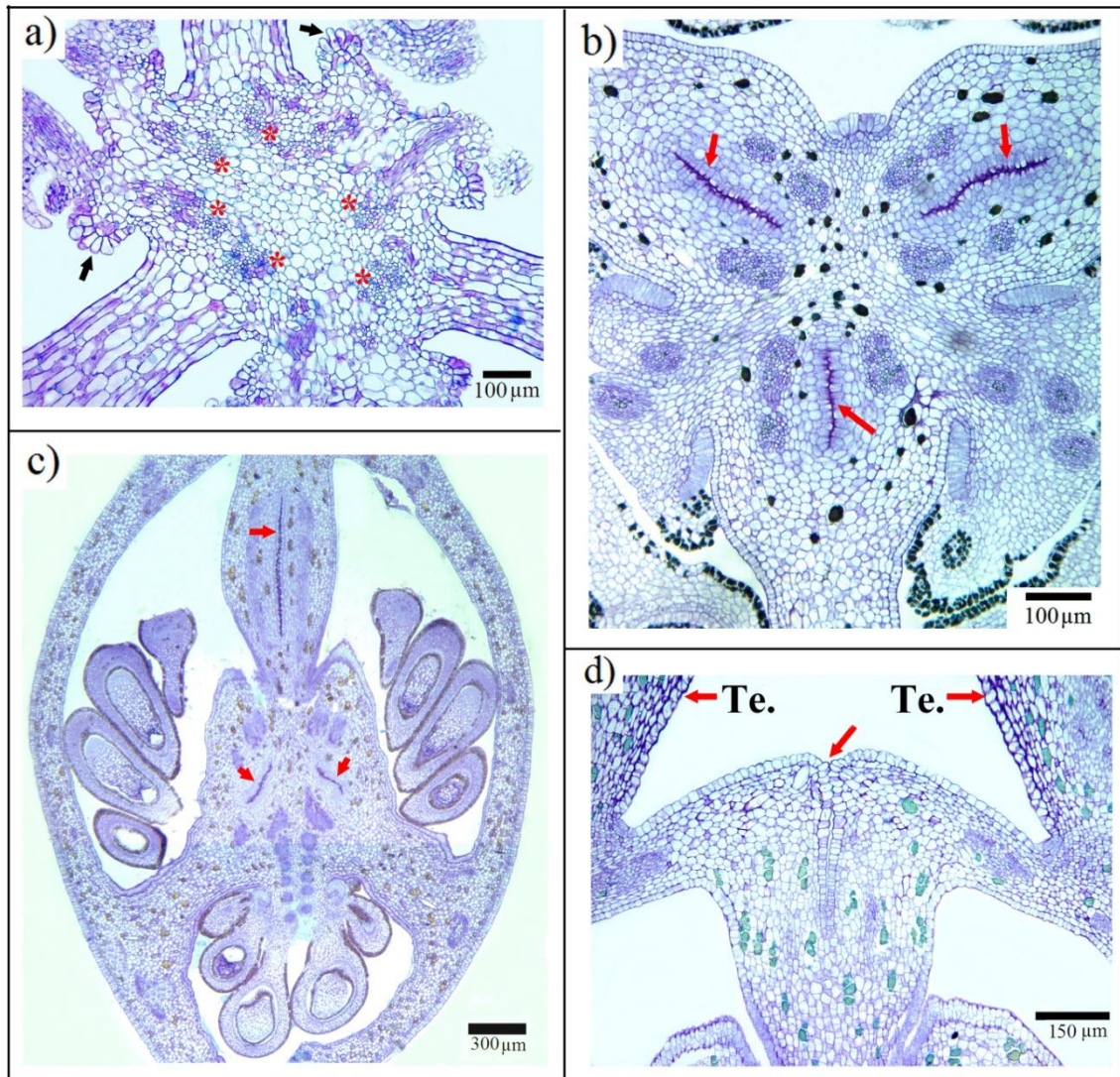


Figura 24. Seção transversal do ovário. **(a)** *Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt com detalhe para os feixes vasculares ventrais (*) e epiderme interna com aspecto papiloso (setas). **(b-c)** *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br., com nectários septais (seta) e **(d)** o poro de abertura do nectário (seta) (Te: tépalas).

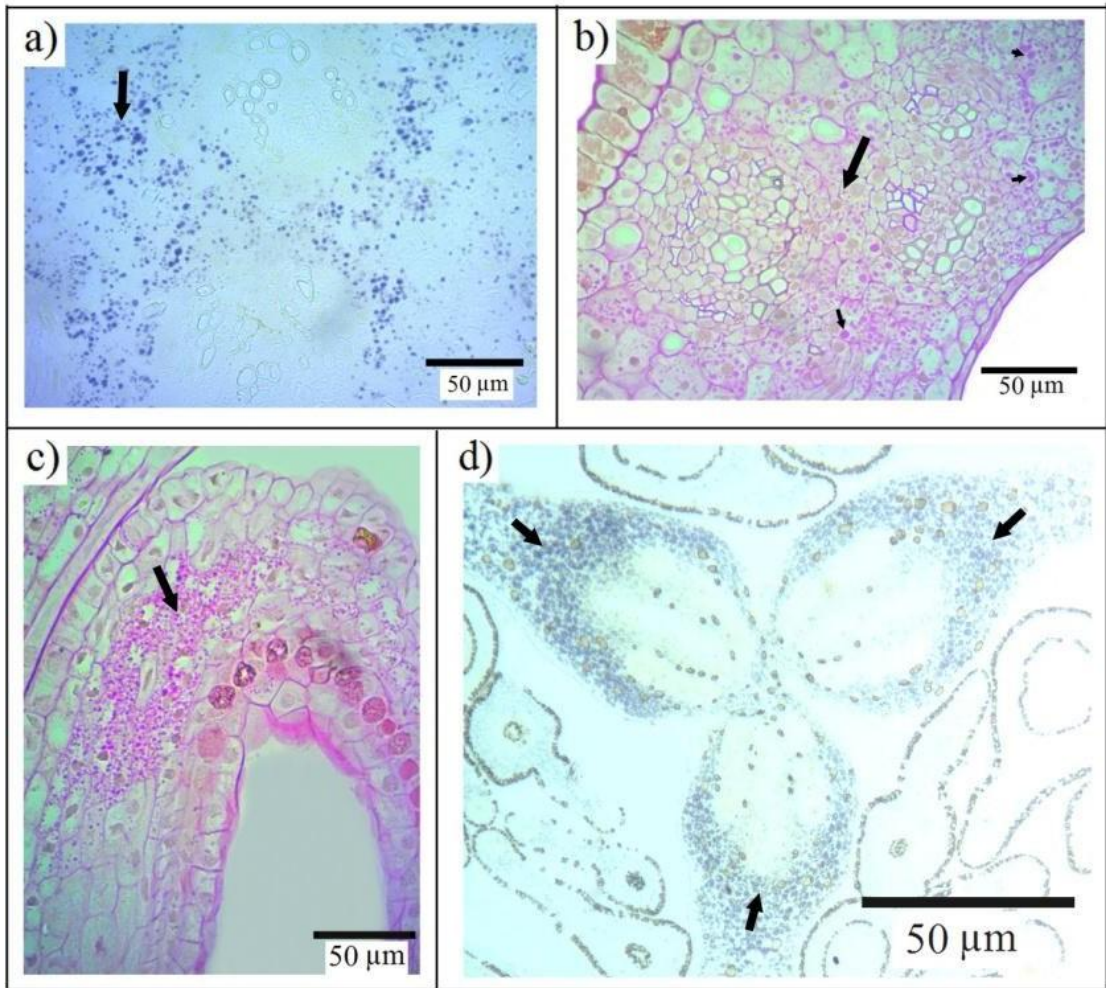


Figura 25. Seção transversal do ovário. (a) *Gelasine alba* sp. nov. evidenciando grãos de amido ao redor do feixe vascular dorsal (seta). (b) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br., evidenciando grande quantidade de amido na região do septo (seta). (c) *Gelasine coerulea* (Vellozo) Ravenna grãos de amido abundantes no (seta)rudimento seminal. (d) *Crocosmia crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br. com detalhe para grande conteúdo de amido na região septal e próximo dos nectários septais (setas).

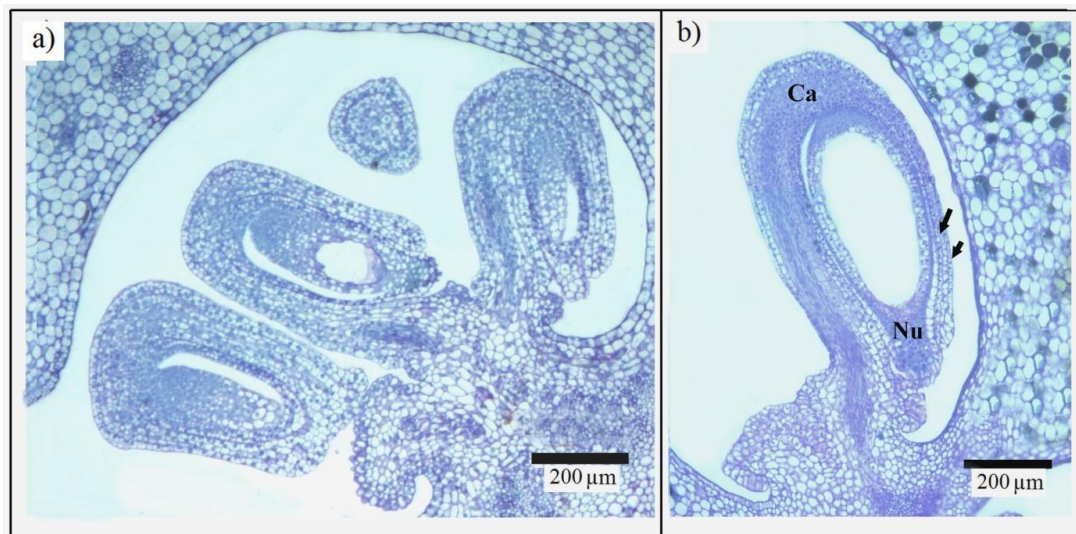


Figura 26. Seção longitudinal do rudimento seminal. (a) *Phalocallis coelestis* (Lehmann) Ravenna evidenciando vários rudimentos seminais por lóculo. (b) *Trimezia spathata* (Klatt) Baker com detalhe para o rudimento seminal do tipo anátropo e bitegumentado (setas), região apical do nucelo (Nu) e calaza (Ca) bem desenvolvida.

2.4 Caracterizações das recompensas florais e análise cladística

As recompensas florais encontradas nas espécies em estudo foram néctar e óleo. A recompensa do tipo néctar ocorre em *C. crocosmiiflora*, *G. coerulea*, *G. alba*, *P. coelestis* e *I. japonica*. Em *C. crocosmiiflora* o néctar é produzido através de um nectário septal do ovário, enquanto que *I. japonica* apresenta nectário epitelial perigonal, localizado na base do tubo do cálice. *Gelasine coerulea*, *G. alba* e *P. coelestis* apresentam nectário epitelial presente no estame, no entanto em *G. coerulea* e em *G. alba* o tecido secretor ocorre na região do filete e em *P. coelestis* ocorre no filete e em toda extensão epitelial das sinuosidades da antera.

A recompensa do tipo óleo, produzido em tricomas glandulares denominados elaióforos, ocorre em *P. coelestis*, *H. lahue*, *T. spathata* e *S. selowianum* e estão presentes em grande quantidade nas tépalas internas e em pequena quantidade nas externas. *Sisyrinchium selowianum* também apresenta elaióforos em grande quantidade na coluna estaminal.

O resultado referente ao tipo de secreção e local de sintetização da recompensa floral está demonstrado na figura 27 e a proximidade entre as espécies de acordo com suas similaridades está representada no cladograma da figura 28.

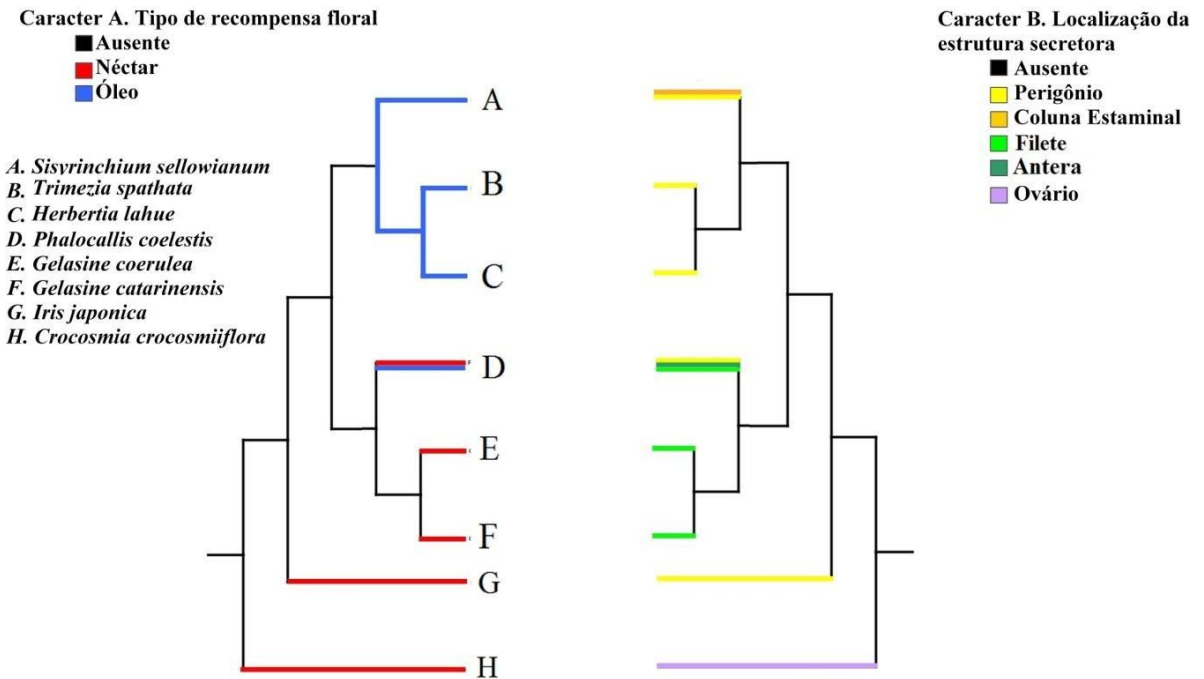


Figura 27. Cladograma de espelho evidenciando a otimização do tipo de recompensa floral (caracter A) e a distribuição da estrutura secretora dentro da flor (caracter B). Os nós são coloridos de acordo com o estado de caracter observado.

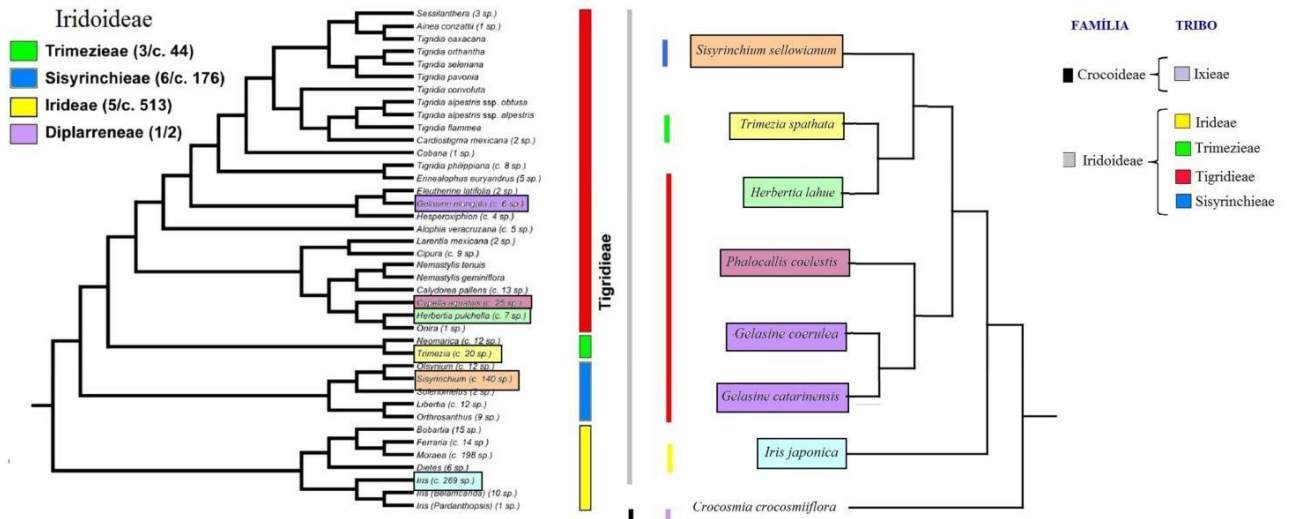


Figura 28. Cladograma comparativo. Análise cladística baseada em dados anatômicos e tipo de recompensa floral (lado direito) comparados com a filogenia proposta por Chauveau et al (2012) baseada em dados moleculares (lado esquerdo).

3. DISCUSSÃO

3.1 O Perigônio

As espécies utilizadas no presente estudo exibem uma ampla variedade de cores e formas de flores que podem servir como sinal para polinizadores. A atração visual de animais polinizadores á flor é atribuída principalmente às pétalas, caracterizadas por exibirem diferentes formas e cores e serem muito atrativas (FAHN, 1990; ENDRESS, 1994).

A simetria floral é um componente importante dos sistemas de polinização (GIURFA et al., 1999) e das espécies deste estudo, a maioria apresentou simetria zigomórfica. Segundo Barbosa (1997), as espécies com flores actinomorfas não oferecem muitas restrições quanto aos tipos de visitantes, enquanto que as zigomorfas apresentam uma maior complexidade floral, restringindo os mesmo, podendo estar relacionada com um tipo de interação flor/visitante mais específico. Em Iridaceae, a polinização por abelhas femininas coletoras de pólen ou óleo, besouros e moscas de língua curta está representada entre os gêneros actinomórficos, enquanto que a polinização por abelhas coletoras de néctar, aves, borboletas e mariposas, que são todos visitantes com longas probóscides, está representada entre os gêneros zigomórfos. (GOLDBLLAT e MANNING, 2006).

A epiderme papilosa da face adaxial das tépalas externas evidenciada em *P. coelestis*, *T. spathata*, *C. crocosmiiflora* e *H. lahue* pode estar relacionada com sua cor, uma vez que estas espécies exibem cores mais escuras em relação as demais espécies estudadas. As células epidérmicas papilosas são frequentemente associadas ao aumento da superfície de emissão das fragrâncias florais e da absorção e reflexão de luz, interferindo em sua cor e seu brilho (FAHN 1990 e ENDRESS, 1994). *Crocosmia crocosmiiflora* apresenta coloração em tons de vermelho a alaranjado, esta característica pode estar relacionada com as papilas bem desenvolvidas encontradas em suas tépalas. Quanto mais papilosa for a epiderme, menos luz é refletida pela superfície, tornando a coloração da pétala mais saturada, uma característica bastante atraente para aves, por exemplo (KAY et al. 1981; LUNAU, 1990; ENDRESS 1994). Em alguns grupos como Orchidaceae, as células papilosas presentes nas pétalas são importantes no direcionamento dos polinizadores na flor (WHITNEY et al., 2009). No geral, as tépalas apresentaram células epidérmicas com paredes delgadas, mesófilo com aerênquima presente e um sistema vascular pouco robusto, sem esclerênquima. A presença constante do aerênquima está relacionada ao brilho e a leveza destes órgãos (ENDRESS, 1994).

3.2 Androceu

A ocorrência de três estames livres e anteras tetrasporangiadas nas espécies em estudo são características sinapomórficas da família. As espécies apresentaram uma epiderme uniestratificada com cutícula fina, o que possivelmente favorece a perda de água durante a deiscência da antera (SCHMID, 1972). A presença de estômatos na epiderme da região do conectivo, e em maior quantidade nas regiões próximas à deiscência, segundo Schmid (1976), também está relacionada com a deiscência da antera, pois podem ser funcionais, abrir e fechar periodicamente, ou semifuncionais, permanecendo abertos, acelerando a perda de água. A inserção de apenas uma feixe vascular na região do conectivo da antera é considerado uma característica presente na maioria das angiospermas (PURI, 1951).

A presença de grande quantidade de amido na antera em pré - antese e no filete de *P. coelestis*, juntamente com evidências de células com características secretoras, reforça a ideia de tratar-se de um nectário estaminal. Os estômatos observados próximos aos espaços intercelulares entre a camada epitelial externa e as células subepiteliais podem estar relacionados com a extrusão do néctar para o meio externo. Um revestimento de espaços intercelulares no parênquima nectarífero mais periférico e na câmara substomatal foi relatado em várias espécies (RACHMILEVITZ e FAHN, 1973; DAVIS et al., 1988; MALDONADO e OTEGUI, 1997; RAZEM e DAVIS, 1999) e podem aumentar o movimento do néctar no apoplasto. Segundo Gaffal et al., (1998), as aberturas estomáticas são contínuas com espaços intercelulares do parênquima nectarífero. A exsudação de néctar através dos estômatos parece ser comum (BERNARDELLO, 2007), e o fluxo de néctar pode ser tão eficiente que estômatos envolvidos na secreção foram descritos como "nectarostomata" (SMETS e CRESENS, 1988). Eles são considerados "modificados" em relação aos estômatos das folhas porque não conseguem regular sua abertura (DAVIS & GUANNING, 1993).

Em *S. sellowianum* os tricomas unicelulares presentes na coluna estaminal são secretores e estão de acordo com um trabalho publicado por Chauveau et al. (2011) para a mesma espécie. Outras espécies do gênero como *S. setaceum*, *S. brasiliense*, *S. palmifolium* ssp. *fuscoviride*, entre outras, também foram descritas como produtoras de óleo em tricomas elaióforos presentes na coluna estaminal (CHAUVEAU et al. 2011).

Os espessamentos do endotécio nas espécies em estudo são predominantemente helicoidais. O endotécio auxilia na abertura da antera (KEIJZER, 1987) e embora os espessamentos exibam uma variedade de formas (KUHN, 1908), esse caráter tem sido escasso e esporadicamente aplicado em estudos sistemáticos (DORMER, 1962; ARORA e TIAGI, 1977).

Embora os dados disponíveis para Iridaceae sugerem que não há variação significativa no espessamento do endotécio entre os gêneros de todas as subfamílias e que a maior parte apresentam espessamento em forma de hélice (DAHLGREN e CLIFFORD, 1982), três tipos básicos de espessamentos já foram reconhecidos na família: helicoidal, em forma de U e placa de base. Em algumas espécies, algumas células podem exibir espessamentos que são transitórios entre os tipos acima. Por exemplo, a hélice pode ser interrompida em anéis ou pseudoanéis, ou pode ser descontínua na parede periclinal externa para formar U individuais (MANNING e GOLDBLLAT, 1990). Essa morfologia de hélice interrompida em anéis foi observada em *H. lahue* e *G. alba* no presente estudo. Em *I. japonica* e *S. sellowianum* o endotécio possui espessamento em “U”. Segundo Manning e Goldblatt (1990) as formas mais comuns de espessamento do endotécio em Iridaceae são hélice e “U”.

3.3 Gineceu

O ovário ínfero, com três lóculos e placentação axial evidenciados nas espécies estão de acordo com as descrições de Goldblatt (2008), indicando se tratar de sinapomorfias. A fusão dos carpelos, juntamente com flores trímeras é uma das principais características das monocotiledôneas (REMIZOWA et al., 2010). Esta característica supõe-se que está ligada a evolução de diferentes síndromes de polinização (RUDAL, 2003). Segundo Endress (2011), o ovário ínfero representa uma estrutura mais econômica do que o ovário súpero, pois duas estruturas protetoras dos rudimentos seminiais, a parede ovariana e o tubo floral, estão combinados. A presença de rudimentos seminiais bitegmentados e região placentária papilosa é considerada característica plesiomórfica dentro das angiospermas (GASSER et al., 1998).

A presença de uma cutícula espessa no ovário pode estar relacionada à proteção contra perda de água e contra a predação. A presença de grande quantidade de substância fenólica presente no ovário de *G. coerulea*, *G. alba*, *T. spathata*, *H. lahue* e *C. crocomiiflora* pode estar relacionada a um maior investimento na sua proteção devido ao pequeno porte das mesmas, não ultrapassando 50 cm rente ao solo. Segundo Swain (1979), quando presentes na superfície da planta, estes compostos são reconhecidos como proteção anti-herbivoria, contra patógenos e contra o estresse oxidativo. Quando presentes no interior da planta podem atuar no balanço hídrico e na resistência contra a seca (ROCHA et al, 2011). A presença de estômatos na epiderme interna e externa do ovário e no óvulo pode estar relacionada às trocas gasosas decorrente das atividades celulares, devido a estrutura ser fotossinteticamente ativa (FLINT; MORELAND, 1979).

Cristais de oxalato de cálcio com formato estiloide foram evidenciados no ovário, exceto em *S. sellowianum* e *T. spathata*. Segundo Prychid e Rudall (1999) estiloides são característicos de algumas famílias de Asparagales possuindo como funções a prevenção contra herbivoria, podendo estar relacionados com variações nas condições ambientais, como a mudança sazonal. Essas condições podem interferir na quantidade de oxalato produzido, logo as espécies de estudo que não apresentaram estiloides pode ter relação com a condição ambiental durante a coleta, o que não significa que as mesmas não produzam. Segundo alguns autores, cristais de oxalato de cálcio podem ter algum significado taxonômico, e em Iridaceae os cristais estiloides parecem ser uma característica fundamental com base em relatos anteriores de sua presença em vários gêneros da família e complementados aqui por mais registros. Os estiloides já foram relatados em cerca de 300 espécies de Iridaceae, de cerca de 320 examinadas. Em Iridoideae, os estiloides foram descritos em alguns gêneros, incluindo *Iris*, *Witsenia* e *Belamcanda* (FREY, 1929), *Ferraria* (de VOS, 1979), e *Dietes* (RUDALL, 1983). A ausência de estiloides dentro de *Sisyrinchium* foi inicialmente observada por Gulliver (1865) em *S. anceps*, *S. striatum* e *S. bermudianum* e mais tarde por Rothert e Zalenski (1899). Segundo esses mesmos autores isso pode ter algum significado para a sistemática do gênero por isso merecem estudos aprofundados envolvendo mais espécies.

Grãos de amido evidenciados no parênquima adjacente aos feixes vasculares dorsais do ovário podem estar relacionados como uma fonte de energia de reserva. Em *C. crocosmiiflora*, em que foi observada maior quantidade de amido, possivelmente está relacionada a uma maior demanda de energia devido à biosíntese do néctar. Evidentemente, apresentou maior quantidade de substância fenólica distribuída por todo mesofilo do ovário, incluindo septos e tegumento externo dos rudimentos seminais, devido à presença de néctar entre essas regiões possivelmente é uma adaptação mais eficaz contra insetos herbívoros.

No centro do estilete ocorre o tecido transmissor, constituído de células secretoras papilosas, segundo Fahn (1990) elas atuam no direcionamento do tubo polínico até o rudimento seminal. O amido presente no mesofilo das espécies em estudo pode estar relacionado com o suprimento do tecido transmissor, pois nessa região há grandes quantidades de materiais da parede celular como carboidratos e glicoproteínas (CHEUNG, 1995). A análise histoquímica do estilete de *P. coelestis* revelou a presença de polissacarídeos totais na epiderme externa, o qual através do teste de lugol deferiu não se tratar de amido visto que o mesmo apresentou resultado negativo, podendo então se tratar provavelmente de algum tipo de mucilagem. A presença de substâncias mucilaginosas é geralmente associada com a proteção contra herbívoros e patógenos além de impermeabilização da superfície de órgãos da planta (WERKER & FAHN, 1981; CORSI & BOTTEGA, 1999).

O estigma petaloide observado em *P. coelestis*, *T. spathata*, *H. lahue* e *I. japonica*, pode servir como uma barreira contra a autopolinização, uma vez que os estames se encontram aderidos na parte posterior de cada ramificação petaloide, do lado oposto aos tricomas estigmáticos. A porção estigmática do tipo seco encontrada nas espécies em estudo formada por papilas unicelulares parece ser uma característica marcante para Iridaceae. Em um estudo realizado por Heslop-Harrison (1977) descreveu o mesmo tipo de estigma para 30 gêneros da família, em que os mesmos variavam quanto a sua estrutura em relação ao comprimento e forma da papila. Segundo o mesmo autor, a forma, o tamanho e a distribuição da papila constituem temas de interesse muito relevantes, pois podem estar relacionados ao tamanho do pólen e à ornamentação da exina. Essa estrutura exerce um papel fundamental na adesão, no reconhecimento e na germinação do grão de pólen (HESLOP-HARRISON e SHIVANNA, 1977; FAHN, 1990; LERSTEN, 2004).

3.4 Caracterizações das recompensas florais e análise cladística

Das espécies deste estudo que apresentaram recompensa floral do tipo óleo, todas pertencem à subfamília Iridoideae, exclusivas da região subtropical da América do Sul. Segundo Vogel (1969) este óleo é produzido e liberado em glândulas denominadas elaióforos, muitas vezes são chamadas de estruturas glandulares nupciais ou tricomas nupciais para enfatizar seu envolvimento na relação com polinizadores (DELPINO, 1874; FAHN, 2000; CHAUVEAU et al., 2011). Segundo a análise cladística das espécies deste estudo foi possível observar que as espécies das tribos Tigridieae, Trimezieae e Sisyrinchieae (flores de óleo) estão mais próximas entre si em relação à tribo Iridieae, cuja espécie apresenta nectário perigonal e à tribo Ixieae que possui três nectários septais no ovário, cuja espécie é africana e pertence à Subfamília Crocoideae, nativa da região do Velho Mundo. Como foi possível verificar no espelho de árvores esta análise está de acordo com a filogenia proposta por Chauveau (2012) demonstrando que o tipo de recompensa floral pode ser um caracter relevante na taxonomia do grupo.

Entre os táxons deste estudo, as diferenças nos elaióforos parecem ocorrer no comprimento, forma e curvatura dos tricomas, bem como na espessura das paredes celulares e da cutícula, tais características podem estar relacionadas com o tipo de abelha coletora desta recompensa (VOGEL, 1974; COCUCCI e VOGEL, 2001; CHAUVEAU et al., 2011; SILVERIO et al., 2012).

Levando em consideração a localização destes elaióforos nas tépalas e a posição da antera acredita-se que seu posicionamento força o polinizador a tocá-los, enquanto avança em direção ao óleo durante visitação à flor

Os elaióforos podem ter um relevante papel na diversificação da sufamília Iridoideae nos Neotrópicos e sustenta a classificação atual das tribos ocorrentes no continente americano. Possivelmente a interação com abelhas especializadas na coleta de óleo floral seja um dos fatores responsáveis por essa grande evolução e as abelhas Centridini e Tapinotaspidini parecem ser as visitantes mais frequentes de Iridaceae do Novo Mundo (VOGEL, 1974; BUCHMANN, 1987; COCUCCI e VOGEL, 2001; ALVES-DOS-SANTOS et al., 2007). Essas abelhas pousam no perianto para coletar o óleo dos tricomas, geralmente com as pernas da frente, enquanto contatam as partes reprodutivas com a polinização ventral ou dorsal de suas cabeças, tórax ou abdômen (VOGEL, 1974; COCUCCI e VOGEL, 2001). Por outro lado, a resposta ao fato de esse sistema de polinização ainda permanecer relativamente limitado está longe de ser respondida e deve envolver questões relacionadas ao custo e benefício da coleta de óleos pelas abelhas especializadas neste comportamento (RENNER e SCHAEFER, 2010).

Apesar de a presença de néctar produzido na antera já ter sido relatada em estudos prévios a anatomia do nectário epitelial foi descrita pela primeira vez neste estudo. O que parece é que a morfologia da antera em forma de violão pode estar relacionada com a produção e liberação do néctar, que presumivelmente se acumula nos espaços desta região. Lee (1994) descreveu em *Alophia drummondii* Grah. que os conectores da antera expandidos e em forma de violão secretam uma mucilagem pegajosa com conteúdo de açúcar diluído. Segundo o mesmo autor o principal papel desse composto seria promover a aderência ao pólen no tórax dorsal das abelhas visitantes e durante os estágios posteriores da antese, isso é concentrado pela evaporação para formar uma fonte alternativa de néctar. No entanto, os estudos relacionados a este novo modo de produção de néctar ainda é escasso, sendo indispensáveis mais estudos. Assim como foi relatado neste estudo para *P. coeletis* outra espécie de Tigrídieae, *Cypella herbertii*, também foi relatado que, além do óleo produzido na base de suas tépalas, também produz néctar no tecido do conectivo das anteras (ROITMAN, 1998). Em um trabalho mais recente, publicado por Chauveau et al. (2014) foi constatada a presença de néctar na antera de *Cypella altouruguaya* e *Cypella hauthalii*. Estruturas secretoras estaminais presentes em *Solenomelus segethi*, caracterizadas como nectários, foram descritas por Silvério et al (2012), em que o néctar é secretado das células da camada epidérmica externa da coluna estaminal. Possivelmente este novo modo de produção de néctar se refere a uma característica

que pode estar se fixando dentro da família, sendo um caracter mais recente, visto que até então apenas alguns representantes da tribo Tigridieae a compartilham e apenas uma espécie da tribo Sysirinchieae foi descrita até o momento.

Segundo Daumann (1935) nectários em muitas espécies de *Iris* (Iridoideae) podem ajudar a elucidar a evolução dos nectários em Iridaceae. Em algumas espécies de íris, as regiões nectaríferas se estendem em torno da base perianto e em torno da base do estilete, de modo que o nectário exuda néctar no mesmo lugar que em uma flor epigêna que possuía nectários septais (por exemplo, em membros da subfamília Crocoideae). Os nectários perigonais, assim como os elaióforos são confinados principalmente à subfamília Iridoideae, na qual os nectários septais são ausentes (exceto *Diplarrhena*), o que torna *C. crocosmiiflora* possivelmente mais distante filogeneticamente das outras espécies em estudo e esta é considerada uma característica plesiomórfica dentro da família (RUDALL e GOLDBLATT, 2001). A liberação do néctar através de um poro o qual se abre perto da base do estilete, possivelmente é forçado para a parte superior do tubo o qual fica armazenado em um longo tubo cilíndrico do perigônio, portanto, acessível apenas para visitantes com partes bucais mais longas, como borboletas, mariposas e aves (GOLDBLATT et al., 1995). Este fator é obviamente significativo no desenvolvimento das estratégias de polinização especializadas tão comuns dentro de Crocoideae (BERNHARDT & GOLDBLATT, 2000).

4. REFERÊNCIAS

- ALVES-dos-SANTOS, I.; MACHADO, I.C.; GAGLIANONE, M.C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**, 11: 544-557, 2007.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 161: 105–121, 2016.
- ARORA, K. & TIAGI, B. The role of the endothecium in the identification of Umbellifers. **Current Science**, 46: 531, 1977.
- BARBOSA, A. A. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo Sujo**, Uberlândia – MG. Campinas, SP, UNICAMP, 1997.
- BERNARDELLO, G. **A systematic survey of floral nectaries**. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, & E. Pacini (Eds.), *Nectaries and nectar* (pp. 19-128). Dordrecht: Springer, 2007.
- BRUNDRETT, M. C.; KENDRICK, B.; PETERSON, C. A. Efficient lipid staining in plant material with sudan red 7B or fluorol yellow 088 in polyethylene glycol glycerol. **Biotechnic & Histochemistry**, 66: 111–116, 1991.
- BUCHMAN, S.L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 18: 343–369, 1987.
- CHAUVEAU, O.; EGGERS, L.; RAQUIN, C.; SILVÉRIO, A.; BROWN, S.; COULOUX, A.; CRUAUD, C.; KALTCHUK-SANTOS, E.; YOCKTENG, R.; SOUZA-CHIES, T.T.; NADOT, S. Evolution of oilproducing trichomes in *Sisyrinchium* (Iridaceae): insights from the first comprehensive phylogenetic analysis of the genus. **Annals of Botany**, 107, 1287-1312, 2011.
- CHAUVEAU, O.; EGGERS, L.; SOUZA-CHIES, T.T.; NADOT, S. Oil-producing flowers within the Iridoideae (Iridaceae): evolutionary trends in the flowers of the New World genera. **Annals of Botany**, 110, 713-729, 2012.
- CHAUVEAU, A.; PASTORI, T.; SOUZA-CHIES, T. T.; EGGERS, E. Overlooked diversity in Brazilian *Cypella* (Iridaceae, Iridoideae): four new taxa from the Río de la Plata grasslands. **Phytotaxa**, 174 (1): 025–042, 2014.
- CHEUNG, A. Y.; WANG, H.; WU, H. A. Floral Transmitting Tissue-Specific Glycoprotein Attracts Pollen Tubes and Stimulates Their Growth. **Cell**, v. 82, p. 383-393, 1995.
- COCUCCI, A. A.; S. VOGEL. Oil-producing flowers of *Sisyrinchium* species (Iridaceae) and their pollinators in southern South America. **Flora**, 196: 26–46, 2001.
- CORSI, G. & BOTTEGA, S. Glandular hairs of *Salvia offi cinalis*: new data on morphology localization and histochemistry in relation to fuction. **Annals of Botany**, 84: 657-664, 1999.
- DAHLGREN, R.; H. T. CLIFFORD. *The Monocotyledons: A Comparative Study*. **Academic Press**, London, 1982.

- DALAZOANA, K.; MORO, R. S. Riqueza específica em áreas de campo nativo impactadas por visitação turística e pastejo no parque nacional dos campos gerais, Pr. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 387-396, 2011.
- DAVIS, A.R.; PETERSON, R.L.; SHUEL, R.W. Vasculature and ultrastructure of the floral and stipular nectaries of *Vicia faba* (Leguminosae). **Canadian Journal of Botany**, 66, 1435–1448, 1988.
- DAVIS, A.R.; GUNNING, B.E.S. The modified stomata of the floral nectary of *Vicia faba* L. III. Physiological aspects, including comparison with foliar stomata. **Botanica Acta**, 106, 241–253, 1993.
- DE Vos, M. P. Bydrae tot die morfologie en anatomie van *Romulea* II. Die blare. J. S. **South African Journal of Botany**, 36: 271-286, 1970.
- DORMER, K. J. The fibrous layer in the anthers of Compositae. **New Phytologist**, 61: 150-153, 1962.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. New York, Cambridge University Press, 1994.
- EGGERS, L. A família Iridaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 167-175, 2008.
- EGGERS, L.; N.S. CHUKR, J. Lovo and A.S.B. Gil. **Iridaceae in Lista de espécies da flora do Brasil**, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016.
- ENDRESS, P.K. Evolutionary diversification of the flowers in angiosperms. **American Journal of Botany**, Vol. 98 (pg. 370-396), 2011.
- FAHN, A. **Plant Anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1990.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant Microtechnique. Some Principles and New Methods. **American Journal of Botany**, v. 55, p. 123-142, 1968.
- FLINT, L. H.; MORELAND, C. F. Note on photosynthetic activity in seeds of the spider lily. **American Journal of Botany**, v. 30, p. 315–317, 1979.
- FREY, A. Calciumoxalat-Monohydrat und Trihydrat.H andb. **Pflanzenart**, 3(1): 81-118, 1929.
- GAFFAL, K.P., HEIMLER, W.; EI-GAMMAL, S. The floral nectary of *Digitalis purpurea* L., structure and nectar secretion. **Annals of Botany**, 81, 251–262, 1998.
- GASSER, C. S.; BROADHEST, J.; HAUSER, B. A. Genetic analys of ovule development. **Annual Review in Plant molecular Biology**, 49: 1-24, 1998.

GERRITS, P.O.; SMID, L. A new, less toxic polymerization system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. **Journal of Microscopy**, 132:81-85, 1983.

GIURFA, M.; NUNEZ, J.; CHITTKA, L.; MENZEL, R. Colour preferences of flower-naive honeybees. **Journal of Comparative Physiology**, 177, 247-259, 1999.

GOLDBLATT, P.; BERNHARD, P. Pollination biology of *Nivenia* (Iridaceae) and the presence of heterostylous self-compatibility. Israel. **Journal of Botany**, 39: 93-111, 1990.

GOLDBLATT, P.; MANNING J.C.; BENHARDT, P. Pollination biology of *Lapeirousia* subgenus *Lapeirousia* (Iridaceae) in Southern Africa; floral divergence and adaptation for long-tongued fly pollination. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 82, 517-534, 1995.

GOLDBLATT, P.; MANNING J.C. Radiation of pollination systems in the Iridaceae of Sub-Saharan Africa. **Annals of Botany**, 97:317 – 344, 2006.

GOLDBLATT, P.; MANNING J.C. **The Iris family: natural history and classification**, 1st edition. London: **Timber Press, Inc.** 290 pp, 2008.

GULLIVER, G. On the raphides of British plants. **Annals and magazine of natural history**, 11: 13-15, 1865.

HESLOP-HARRISON, Y. The pollen-stigma interaction: pollen tube penetration in *Crocus*. **Annals of Botany**, 4, 913—22, 1977.

HESLOP-HARRISON, Y.; SHIVANNA, K.R. The receptive surface of the angiosperm stigma. **Annals of Botany**, 41, 1233-1258, 1977.

JOHANSEN, D.A., **Plant Microtechnique**. 5^o Edition, Mcgraw-Hill Book Company. 523 p., 1940.

KEIJZER, C. J.; CRESTI, M. A comparison of anther tissue development in male sterile *Aloe vera* and male fertile *Aloe ciliaris*. **Annals of Botany**, 59: 533±542, 1987.

KAY, Q.O.N.; DAOUD, H.S.; STIRTON, C.H. Pigment distribution, light reflection and cell structure in petals. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 83, 57-84, 1981.

KUHN, E. **Über den Wechsel der Zelltypen im Endothecium der Angiospermen**. Inaugural- Dissert. Universitait Zurich, Zurich, 1908.

LEE, J. Fatty Oil Production by *Alophia drummondii* (Iridaceae) and Modified Oil Collection Behavior of *Centris* (Centridini–Apidae). **Master's Thesis**, University of Texas, Austin, 1994.

LERNST, N.R. **Flowering Plant Embryology**. Iowa, Blackvell Publishing, 2004.

- LUNAU, K. Colour saturation triggers innate reactions to flower signals: Flower dummy experiments with bumblebees. **Journal of Comparative Physiology**, A166, 827-834, 1990.
- MC DOWELL, E.M.; TRUMP, B. F. Histologic fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy. **Archives of Pathology & Laboratory Medicine**, 100:405-414, 1976.
- MALDONADO, S.; OTEGUI, M. Secretory tissues of the flower of *Sanango racemosum* (Gesneriaceae). I. Light microscopy. **Acta Botanica Neerlandica**, 46, 413-420, 1997.
- MANNING, J. C.; GOLDBLATT, P. Endothecium in Iridaceae and its Systematic Implications. **American Journal of Botany**, Vol. 77, No. 4, pp. 527-532, 1990.
- MANNING, J. C.; GOLDBLATT, P. The pollination of *Tritoniopsis parviflora* (Iridaceae) by the oil-collecting bee *Rediviva gigas* (Hymenoptera: Melittidae): the first record of oil-secretion in African Iridaceae. **South African Journal of Botany**, 68: 171-176, 2002.
- NOEL, A. R. A. The endothecium: a neglected criterion in taxonomy and phylogeny? **Bothalia**, 14: 833-838, 1983.
- O'BRIEN, T.P.; Mc CULLY. **The study of plant structure principles and selected methods**. Termarcarphi Pty Ltd., Australia, 1981.
- PURI, V. The role of floral anatomy in the solution of morphological problems. **The Botanical Review**, v. 17, n. 7, p. 471- 553, 1951.
- PRYCHID, C. J.; RUDALL, P. J. Calcium Oxalate Crystals in Monocotyledons: A Review of their Structure and Systematics. **Annals of Botany**, v. 1, n. 84, p. 725-739, 1999.
- RACHMILEVITZ, T.; FAHN, A. Ultrastructure of nectaries of *Vinca rosea* L., *Vinca major* L., and *Citrus sinensis* Osbeck cv. *Valencia* and its relation to the mechanism of nectar secretion. 1973. **Annals of Botany**, 37, 1-9, 1973.
- RAZEM, F.A., DAVIS, A.R. Anatomical and ultrastructural changes of the floral nectary of *Pisum sativum* L. during flower development. **Protoplasma**, 206, 57-72, 1999.
- REMIZOWA, M. V.; SOKOLOFF, D. D.; RUDALL, P. Evolutionary History of the Monocot Flower. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 97, n. 4, p. 617-645, 2010.
- RENNER S. S.; SCHAEFER H. The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 365:423-43, 2010.
- ROCHA, J. F.; RIBEIRO, R.R.; RODRIGUES, S. M. Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Botanica Brasilica**, 25(4): 751-763, 2011.
- ROITMAN, G.G. Efecto de los disturbios sobre el sistema reproductivo de las Angiospermas: las comunidades vegetales de los pastizales de la Depresión del Salado, provincia de Buenos Aires. Tesis de Maestría, **Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina, 1998.**

- ROTHERT, W.; W. ZALENSKI. Ueber eine besondere Kategorie von Krystallbehältern. *Bot. Centralbl.* 80: 241-251, 1899.
- RUDALL, P.J. Leaf anatomy and relationships of *Dietes* (Iridaceae). *Nordic Journal of Botany*. 3: 471-478, 1983.
- RUDALL, P. J. & P. Goldblatt. Floral anatomy and systematic position of *Diplarrhena* (Iridaceae): A new tribe Diplarrheneae. *Annals of Botany*, 2: 59–66, 2001.
- RUDALL P. J.; MANNING J. C.; GOLDBLATT P. Evolution of floral nectaries in Iridaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 90:613–631, 2003.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. A polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(4): 651-663, 1988.
- SILVÉRIO, A.; NADOT, S.; CHIES, T. T. S.; CHAUVEAU, O. Floral rewards in the tribe Sisyrrinchieae (Iridaceae): oil as an alternative to pollen and nectar? *Sexual Plant Reproduction*, v. 25, p. 267–279, 2012.
- SCHMID, R. Floral bundle fusion and vascular conservatism. *Taxon*, v. 21, p 429- 46, 1972.
- SCHMID, R. A. Filament histology and anther dehiscence. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 73: 303-315. 1976.
- SIMPSON, B.B; NEFF, J.L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322, 1981.
- SMETS, E.F., CRESENS, E.M. Types of floral nectaries and the concept of “character” and “character state”—a reconsideration. *Acta Botanica Neerlandica*, 37, 121–128, 1988.
- SWAIN, T. Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites. New York, **Academic Press**, 1979.
- VOGEL, S. 1969. Flowers offering fatty oil instead nectar. In: XI Proceedings International Botanic Congress, Seattle, p., 229.
- VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*, 7, 285-547, 1974.
- WASER, N.M.; OLLERTON, J. Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization. Chicago, **The University of Chicago Press**, 488 pp, 2006.
- WERKER, E. & FAHN, A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait: development, ultrastructure and secretion. *Botanical Gazette*, 142: 461-466, 1981.
- WHITNEY, H. M.; CHITKKA, L.; BRUCE, T. J. A.; GLOVER, B. J. Conical epidermal cells allow bees to grip flowers and increase foraging efficiency. *Current Biology*, 19, 948-953, 2009.

CAPÍTULO 2

Gelasine alba UMA NOVA ESPÉCIE DE TIGRIDIEAE (IRIDACEAE) PARA A AMÉRICA DO SUL

O presente capítulo encontra-se de acordo com as normas de formatação proposto pelo periódico *Systematic Botany* no qual o mesmo será enviado para publicação

***Gelasine alba*, uma nova espécie de Tigridaeae (Iridaceae) para a América do Sul**

Cristiane Valus^{1,2,3} & Adriano Silvério^{1,2}

¹Laboratório de Botânica Estrutural, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Rua Simeão Varela de Sá, Vila Carli, 03, CEP 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; e-mail: adrianosilverio@unicentro.br

²Programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva, Universidade Estadual do Centro- Oeste, Rua Simeão Varela de Sá, Vila Carli, 03, CEP 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil

³Author for correspondence: (adrianosilverio@unicentro.br)

Resumo – *Gelasine alba* é uma nova espécie da América do Sul. Esta espécie pertence à família Iridaceae (Asparagales) e é morfológicamente semelhante à *Gelasine coerulea*, a partir do qual pode ser distinguida por sua flor branca e manchas arroxeadas na base de suas tépalas, verticilos estéreis externos com ápice arredondado e estilete curto alcançando a mesma altura das anteras. A espécie é restrita a um local da região sul de Santa Catarina, ocorrendo na fitofisionomia do bioma Mata Atlântica no município de Água Doce. Apresentamos aqui uma descrição morfológica e ilustrativa da nova espécie.

Palavras-chave: Biodiversidade, Floresta Atlântica, pastagem, taxonomia.

Iridaceae, Asparagales, compreende cerca de 2000 espécies distribuídas em 66 gêneros (Goldblatt et al., 2008), com dois principais centros de diversidade: África do Sul e América do Sul (Chukr & Capellari Jr., 2003). A família se caracteriza por apresentar espécies de ervas perenes ou decíduas, raramente anuais ou arbustos, de rizoma, bulbo ou cormo. As folhas são planas ou cilíndricas, as flores têm um perigônio petalóide de dois espirais de três tépalas cada, e o fruto é uma cápsula loculicida (Ckukr & Capellari Jr., 2003; Souza & Lorenzi 2005; Goldblatt & Manning, 2008). A atual circunscrição reconhece sete subfamílias: Isophysidoideae, Patersonioideae, Geosiridoideae, Aristeoideae, Nivenioideae, Crocoideae, e Iridoideae (Goldblatt et al., 1990), esta última é a única com representantes no Neotrópico embora represente cerca de 40% do total de espécies para a família. Iridoideae é dividida em cinco tribos: Diplarreneae (Goldblatt, 2001), Irideae (B. M. Kittel, 1840), Sisyrinchieae (J. S. Presl, 1846), Trimezieae (Ravenna, 1981) e Tigridaeae (B. M. Kittel, 1840), no entanto, Diplarreneae e Irideae não ocorrem na América do Sul (Goldblatt & Manning 2008, Goldblatt et al., 2008). Tigridaeae, forma uma linhagem monofilética com cerca de 15 gêneros e 160 espécies (Goldblatt & Manning, 2008, Chauveau et al., 2012). Dentro desses 15 gêneros destaca-se o gênero *Gelasine* Herb., constituído por sete espécies nativas para a América do Sul (Eggers, 2015) e são caracterizadas por apresentarem plantas

bulbosas, com folhas plicadas, flores geminadas de cor azul a roxa com tépalas subiguais ou com o verticilo interno apresentando tépalas menores que o verticilo externo. Estilete delicado, com ramos filiformes, terminando em lobos estigmáticos relativamente alargados (Eggers, 2008). As espécies de *Gelasine* são pouco observadas em campo tendo em vista o tamanho relativamente pequeno de suas populações, resultando em número restrito de trabalhos já realizados com representantes do gênero. A lista de espécies ameaçadas publicada recentemente inclui *Gelasine elongata* (Graham) Ravenna e *Gelasine coerulea* (Vell.) Ravenna sendo a primeira ameaçada e a segunda, criticamente ameaçada (FZB/RS, 2014). Tais espécies ocorrem em populações constituídas por poucos indivíduos, muitas vezes com até dez plantas por população, o que aumenta a vulnerabilidade das mesmas. Com isso, estudos taxonômicos, morfoanatômicos e ecológicos são essenciais para identificar ações apropriadas de conservação das espécies ameaçadas.

Materiais e Métodos

A terminologia utilizada para as descrições segue Goldblatt & Manning (2008) e Beentje (2010). A descrição da morfologia das flores foi baseada em plantas frescas e fotografias de flores. O material tipo foi depositado no herbário (MBM) Museu Botânico Municipal, Curitiba, Paraná, Brasil. Para a confecção do mapa foi utilizado o software ArcGIS 10.6.

Tratamento Taxonômico

Gelasine alba C. Valus & A. Silvério, sp. nov. (Fig 1 e 2).

Tipo: Brasil. Santa Catarina: Água Doce. 26° 42' 38"S 51° 36' 27"W; 05 de outubro de 2017, C. Valus s.n. (holótipo: MBM 411745!; isótipo: ICN!).

Gelasine alba se assemelha a *G. coerulea*; no entanto, se distingue por apresentar flores brancas e manchas arroxeadas na base de suas tépalas, verticilos estéreis externos com ápice arredondado e estilete curto com aproximadamente 1 cm de comprimento, enquanto que *G. coerulea* mede aproximadamente 2 cm compr. As anteras de *G. alba* alcançam a mesma altura da porção estigmática. A antese da flor ocorre desde as 4h até aproximadamente 7h.

Erva perene, 50-90 cm alt., entre-nós 10-13 cm compr. Bulbo ovoide, catáfilos externos amarelos, 1-1,5 cm compr. Folhas basais verdes 13-27 cm compr., lâmina, nervuras

lineares acentuadas, plicada. Caule cilíndrico, 27-86 cm compr. Inflorescência solitária, emergindo de uma bráctea. Flores actinomorfas, brancas, 5-6 cm compr., odor levente cítrico. Tépalas desiguais, livres, brancas com manchas arroxeadas na base interna e amarela na porção externa próximo ao ápice do ovário. Tépalas externas 2,2-2,5 cm compr, borda arredondada, região mediana incurvada, sinuosa. Tépalas internas reduzidas, 1,5-1,7 cm compr., borda pontiaguda incurvada para baixo. Filamentos livres, esbranquiçados, curtos, 0,1-0,2 mm compr. Anteras oblongas, esbranquiçadas, 0,7-0,9 mm compr., sobrepõe-se a uma ramificação do estigma encurvando-se para a região central; região do saco polínico coloração creme. Ovário ínfero, esverdeado, alongado e delgado, 2,0-2,5 cm de comprimento. Estilete trirramificado, curto, 0,8-1,0 cm compr., esbranquiçado; superfície estigmática papilosa. Fruto cápsula, trilocular, 3,5-5,0 cm; sementes achatadas, triangulares, cor marrom, 0,3-0,5 mm de diâmetro (Figura 2).

Etimologia: a origem do nome se deve a coloração branca da flor, sendo a primeira espécie de flor branca descrita para o gênero.

Distribuição: *Gelasine alba* ocorre no Sul do Brasil no estado de Santa Catarina, município de Água Doce (Figura 3).

Habitat: Ocorre em vegetação campestre encontrada à margem esquerda do rio Roseira, com altitude de 1229m. A distribuição geográfica das espécies é possivelmente reduzida e as populações consistem em poucos indivíduos. O intervalo da espécie está dentro das pastagens subtropicais, incluída no bioma Mata Atlântica.

Fenologia: Floração de janeiro a fevereiro e frutificação março.

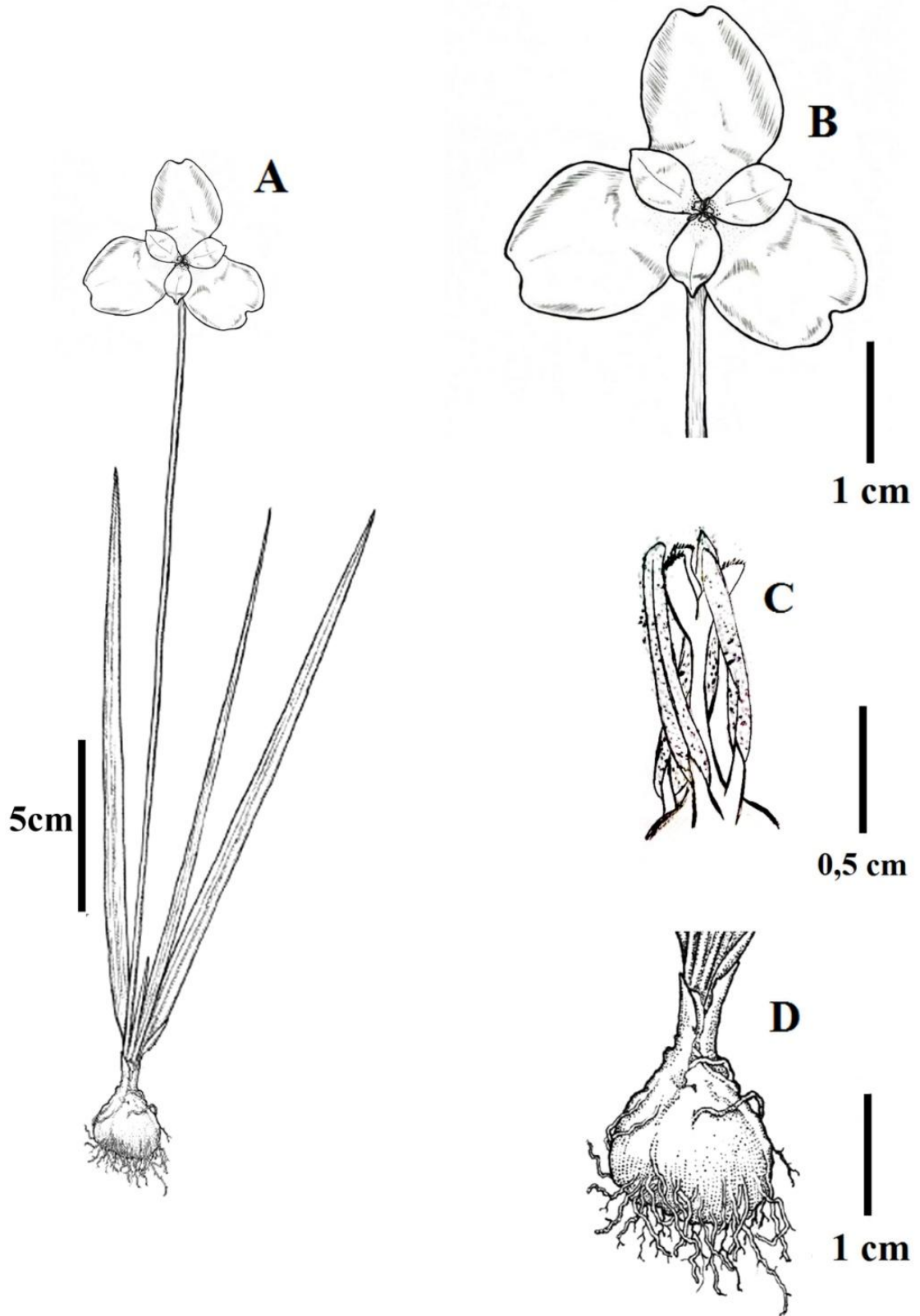


FIGURA 1. *Gelasine alba* Valus & Silvério. **A.** Hábito, **B.** Flor, **C.** Androceu e gineceu com ovário removido, **D.** Detalhe do bulbo. *C.* *Valus s.n.* (MBM 411745) (Ilustração: Cristiane Valus & Daiane Gonçalves).

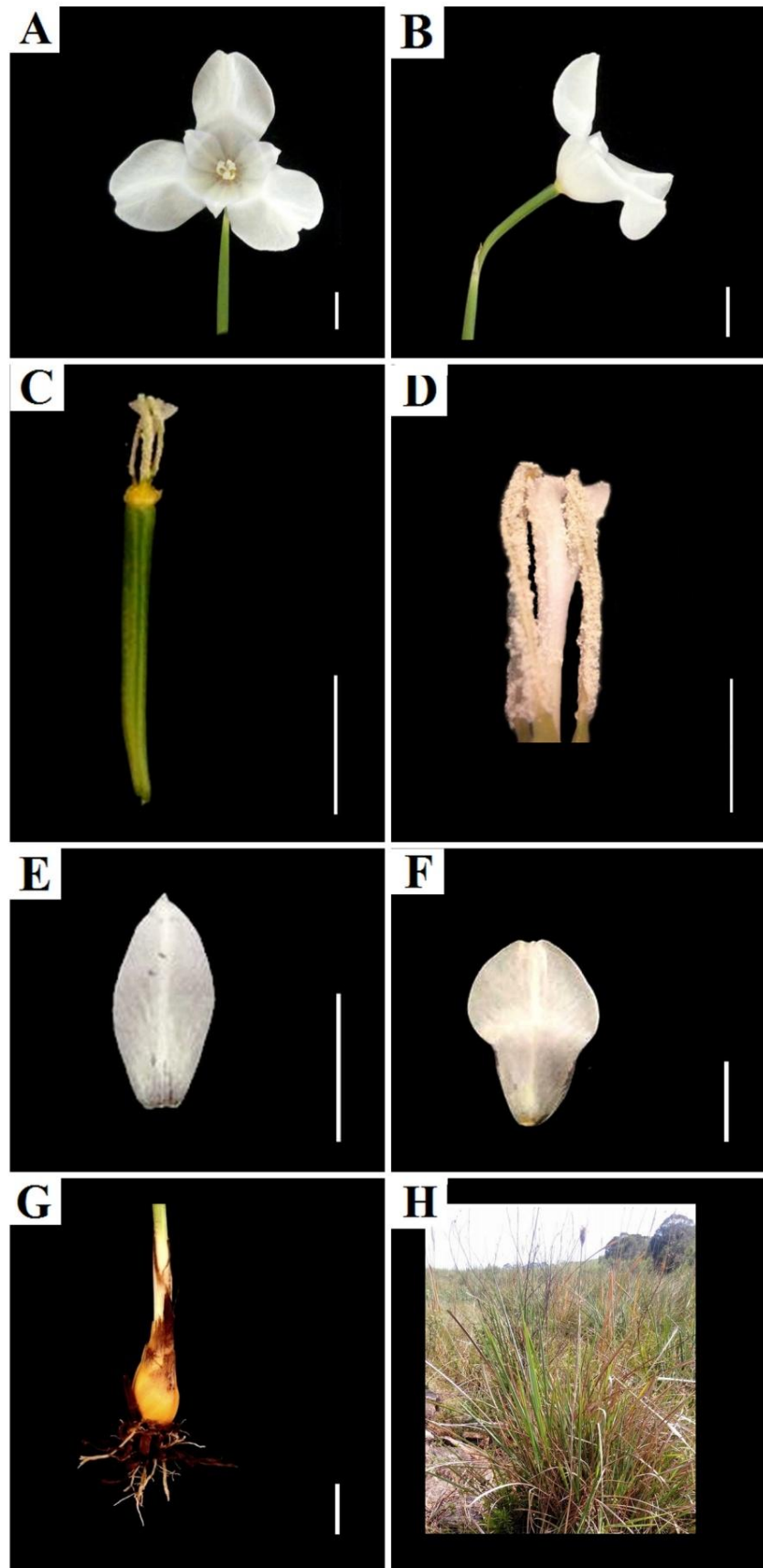


FIGURA 2. *Gelasine alba* Valus & Silvério. A-B. Flor; A. Vista apical; B. Vista lateral; C. Gineceu e androceu; D. Estames e estilete em vista lateral; E. Tépalas interna; F. Tépalas externa; G. Bulbo; H. Hábitat (Fotos de Cristiane Valus) (Escala 1 cm, exceto D, equivale 0,5 cm).

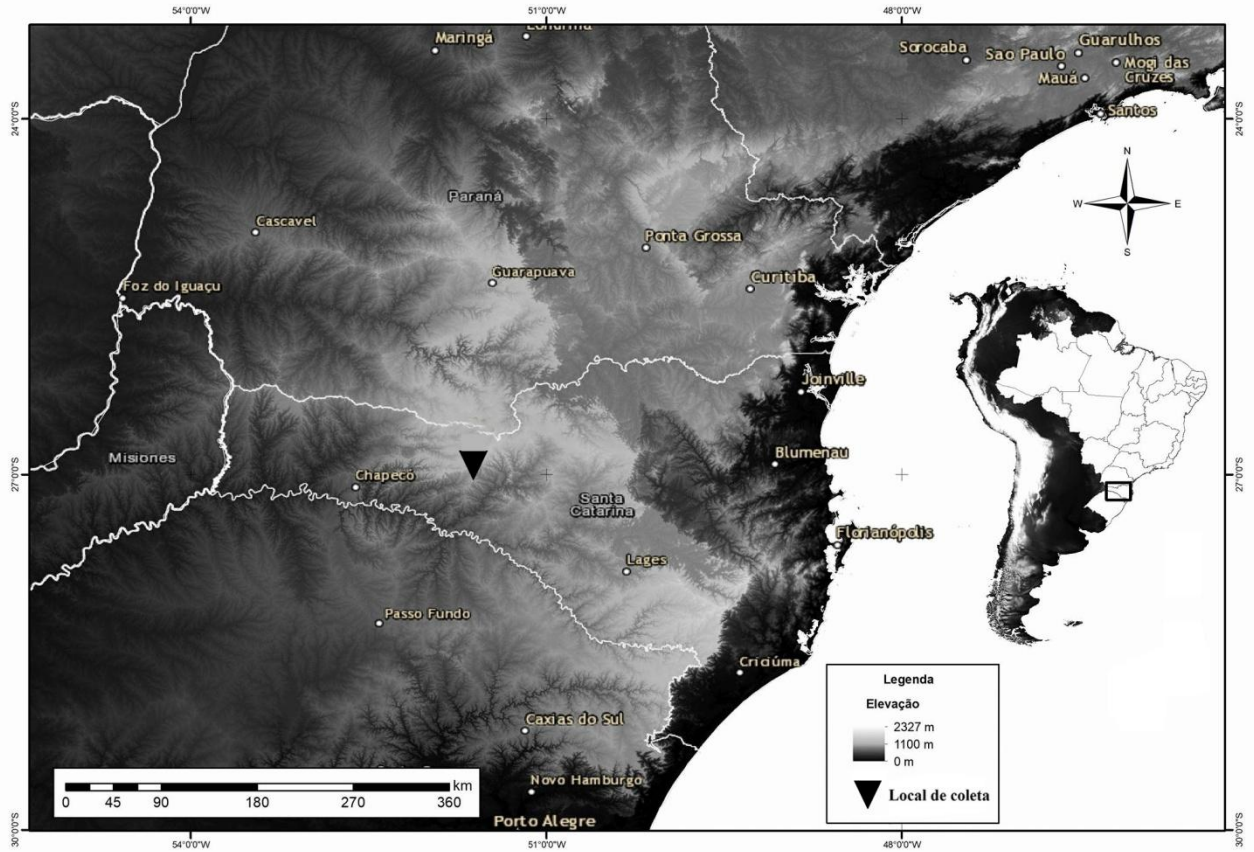


FIGURA 3. Mapa do local de coleta e distribuição de *Gelasine alba* no Sul do Brasil. Ponta de seta indicando o local de coleta em Água Doce, Santa Catarina.

Tabela 1. Comparação de *Gelasine alba* e seus taxons morfológicamente relacionados.

Carater/ espécie	<i>G. alba</i>	<i>G. coerulea</i>	<i>G. Uruguaiensis</i>	<i>G. elongata</i>
Cor do perigônio	Branca, base com pontos roxos	Lilás	Azul violeta	Azul, base branca com pontos azuis
Forma das tépalas externas	Oblongo, arredondada	Oblongo, levemente pontiaguda	Delgada, levemente pontiaguda	Arredondada, levemente pontiaguda
Forma das tépalas internas	Menores que as externas, pontiaguda, região apical levemente encurvada para face abaxial.	Menores que as externas, levemente pontiaguda, região apical encurvada para face abaxial.	Delgada, menor que a externa, levemente pontiaguda	Arredondada, levemente pontiaguda
Habitat	Herbáceo	Herbáceo	Herbáceo	Herbáceo
Distribuição	Santa Catarina (Brazil)	Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai	Cerro Largo (Uruguay) Rio Grande do Sul (Brazil)	Rio Grande do Sul (Brazil) Uruguay and Argentina

Discussão

Gelasine alba se distingue facilmente dos outros representantes do gênero, principalmente no que se refere a sua coloração, sendo a primeira espécie com flor branca descrita para o gênero. O horário de antese, se abrindo entre 4 e 5h juntamente com seu odor cítrico adocicado também é uma característica peculiar para o gênero, segundo Linsley (1958), antese noturna não é um empecilho para que os visitantes localizem as flores, que são encontradas pelos insetos pelo odor.

Atualmente estão descritas apenas sete espécies de *Gelasine*: *Gelasine caldensis* Ravenna, *Gelasine coerulea* (Vell.) Ravenna, *Gelasine elongata* (Graham) Ravenna, *Gelasine gigantea* Ravenna, *Gelasine paranaensis* Ravenna, *Gelasine rigida* Ravenna, *Gelasine uruguayensis* Ravenna (Flora do Brasil 2020). Sendo que para o estado de Santa Catarina ocorrem apenas *G. coerulea* e *G. elongata*, cujas espécies se encontram na lista de espécies ameaçadas de extinção. Com mais uma espécie do gênero descrita para a região e visto que a mesma se encontra restrita a poucos indivíduos torna-se imprescindível mais estudos que abordem outros aspectos ecológicos desta espécie e de outras da mesma família. De um modo geral, avaliar as condições de perda de hábitat, por desmatamento e construção urbana, torna-se indispensável para a conservação de plantas raras, particularmente para aquelas cuja distribuição das populações é restrita.

Referências

- Chauveau, O., Eggers, L., Souza-Chies, T.T. & Nadot, S. (2012) Oil-producing flowers within the Iridoideae (Iridaceae): evolutionary trends in the flowers of the New World genera. *Annals of Botany* (London) 110: 713–729. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcs134>
- Chukr, N. S. & Capellari Jr., L. (2003) Iridaceae. In *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo* (M. G. L. Wanderley, G. J. Sheperd, T. S. Melhem, A. M. Giulietti, M. Kirizawa, eds.). Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/ RiMa, São Paulo, v.3, p.127-147.
- Eggers, L.; N.S. Chukr, N., Lovo, J. and Gil, A. (2015). Iridaceae in *Lista de espécies da flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB30046>>. Acesso em: 24 Jan. 2018
- FZB (Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul). (2014) <http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4809/?Homologada> a nova Lista da Flora do Brasil. Acesso 10 de janeiro de 2018.
- Goldblatt, P. & Manning, J.C. (2008) *The Iris Family: natural history and classification*. Timber Press, Portland, 290 pp.

Goldblatt, P., Rodriguez, A., Powell, M.P., Davies, T.J., Manning, J.C., Van der Bank, M. & Savolainen, V. (2008) Iridaceae “out of Australasia”? Phylogeny, Biogeography, and Divergence time based on plastid DNA sequences. *Systematic Botany* 33: 495–508. <http://dx.doi.org/10.1600/036364408785679806>

Linsley, E. G. (1958) The ecology of solitary bees. *Hilgardia* 27: 543-599.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. (2005) *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Instituto Plantarum 640p.

CONCLUSÕES

- A estrutura anatômica das espécies revelou características já confirmadas pela literatura para a família, como ovário ínfero, trilocular, placentação axial, rudimentos seminiais bitegmentados e anátropos, reforçando a similaridade intrafamiliar entre as espécies.
- As estruturas secretoras descritas pela primeira vez neste estudo, como o estilete de *P. coelestis*, o estame de *G. coerulea*, *G. alba* e *P. coelestis*, provavelmente são estruturas que estão se derivando, tratando-se de uma apomorfia da família.
- O estudo demonstrou a grande diversidade de recompensas disponibilizadas aos visitantes em Iridaceae. No entanto, são necessários mais estudos complementares à biologia da polinização, fenologia e observações visuais diretas dos possíveis polinizadores de cada espécie.
- Os tipos de recompensa floral encontradas nas espécies deste estudo confirmam as recentes propostas que sustentam as cinco tribos distribuídas em duas subfamílias, uma do Novo Mundo e outra do Velho Mundo. Quanto à relação entre as espécies do Novo Mundo, algumas características aproximam as tribos da América do Sul, Tigridieae de Trimezieae e Sisyrrinchieae, devido à presença de estruturas secretoras de óleo, enquanto outras distanciam como a presença de um nectário septal presente em *C. crocosmiiflora*, tribo Ixieae (gênero africano). Os resultados apresentados neste estudo concordam com a classificação atual das tribos Sisyrrinchieae, Trimezieae e Tigridieae propostas por Goldblatt et al. (2008). A abordagem suporta Sisyrrinchieae como um grupo monofilético e sua relação de grupo irmão com Trimezieae e Tigridieae, a qual também são monofiléticas.
- Verificou-se que há grande variabilidade de características e várias com potencial de aplicação nas análises filogenéticas para o grupo. No entanto, devido à pequena quantidade de estudos relacionados à anatomia destas estruturas, não há informações de como estas características se apresentam nos demais gêneros da família, sendo imprescindível a análise de um número maior de táxons para o completo entendimento da evolução destes caracteres no grupo.
- Este estudo descreveu e ilustrou uma nova espécie de *Gelasine* para a ciência (tribo Tigridieae), endêmica em formações de campo subtropicais do Sul do Brasil, reforçando a importância de medidas de conservação do bioma, visto que podem ser encontradas outras espécies ainda não descritas para a região.

