

PORTO ALEGRE

AGOSTO 2023

Explorando Limites: Morfometria e
modelagem de nicho ecológico de
dois grupos morfológicos do gênero
Sisyrinchium seção *Viperella*
(Iridaceae)

Julia Gabriele Dani

Julia Gabriele Dani

Explorando Limites: Morfometria e modelagem de nicho ecológico de
dois grupos morfológicos do gênero *Sisyrinchium* seção *Viperella*
(Iridaceae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Tatiana Teixeira de Souza Chies

Porto Alegre

2023

Agradecimentos

Antes de iniciar citando todos aqueles que foram importantes para mim nesta caminhada, eu queria falar brevemente (talvez nem tão brevemente assim) sobre erros. Mais especificamente sobre errar. Muito se ouve na educação sobre a importância dos erros na aprendizagem e no desenvolvimento do sujeito. Entretanto, na maioria das vezes, não nos sentimos confortáveis para errar. Isso leva a uma série de inseguranças e ansiedades que fazem com que mais erros sejam cometidos, e pior, sem que haja uma reflexão sobre onde ou o que foi errado e como não repetir isso. Mais do que isso, é preciso ter segurança e autoestima para errar, para que assim, possamos aprender com nossos erros sem julgar a nós mesmos por eles. Nos últimos dois anos eu pude iniciar uma construção de autoestima profissional ao lado de pessoas que sempre me forneceram apoio. Mas mais importante que isso, espaço para errar. Eu tive colegas mais velhos muito bons ao meu lado me falando sobre o processo, sobre respeitar o seu tempo de aprendizagem. Tive professores que sempre me incentivaram a pedir ajuda. Um grupo de pesquisa com forte incentivo à colaboração e a formação de uma rede de apoio. E uma orientadora que acho que mesmo sem perceber me guiou na construção da minha própria autoestima profissional. Por outro lado, tive sempre minha família me incentivando a seguir com meu trabalho mesmo sem muitas vezes entender do que se tratava e um companheiro que sempre acreditava no meu potencial e incentivava o meu melhor. Tudo isso para dizer que autoestima não é se sentir bem apenas com os acertos mas também com os erros e a construção da nossa autoestima não depende apenas de nós mas sim de um ambiente favorável e pessoas que fomentem o apoio ao invés da competição.

Por fim, gostaria de agradecer imensamente à minha orientadora Tatiana Teixeira de Souza Chies por me proporcionar todo apoio e tranquilidade de que eu precisei nesses dois anos.

Aos meus colaboradores Camila Inácio e Luíz Fernando Esser, que mesmo sem muito tempo disponível, sempre se colocaram à minha disposição e me guiaram aos acertos.

As minhas colegas de campo, de laboratório, de trabalho, de casa, de cafés Catherine Guzati e Fernanda de Abreu, vocês arrasam!

Aos colegas de laboratório e grupo de pesquisa, Bruno de Souza, Carol Trevelin, Fernando Fernandes, Guilherme Pecoits, Gustavo Pedroso de Moraes, Leonardo Nogueira e Taciane Jorge, obrigada por todo apoio, conversas e almoços. Letícia Arraché e Nicolas Santos por herborizar as dezenas de exsiccatas de plantas que eu coletei em campo. Também

aos colegas do PPG que me acompanharam em alguns campos memoráveis, em ideias e desabafos Martin Grings, Henrique Büneker, Tainá Schürer e Patrícia Sperotto.

Aos amigos pessoais, Bárbara Roncen, Clarissa Franzoi, Daniel Carvalho, Gabriele Lazzari, Lorena Sanches por conseguirem me tirar de casa sempre que necessário, trocarem ideias e serem ombro amigo sempre que preciso, em especial ao Diego Elias colega de apartamento e de reflexões sobre a vida.

Aos professores incríveis que me inspiraram ao longo dessa jornada aos quais me guiam pelos caminhos verdejantes da minha formação profissional Eliane Kaltchuk, Silvia Miotto, Ilsi Boldrini, Marcelo Reginato e Verônica Thode.

Aos meus pais Marcos Dani e Marizete Dani por me acolherem nos momentos difíceis e por me deixarem confortável para errar, testar mas principalmente por terem me ensinado sobre a importância do descanso, que foi essencial para mim nesses dois anos.

Ao meu companheiro Matheus Alves por todo apoio, amor e carinho dedicado a mim nesses 10 anos de relacionamento. Tu foi peça chave na construção de todos os processos desenvolvidos aqui.

E por fim, a minha irmã, Sabrina Dani, a minha pessoa favorita nesse mundo. Obrigada por ser inspiração para mim e uma força criativa da natureza.

No lugar certo, sobre as condições certas, você finalmente pode se tornar o que deve ser.

-Hope Jahren

Sumário

Introdução	7
Capítulo I	15
Capítulo II	43
Considerações Finais	69
Apêndice	74

Introdução

A família Iridaceae Juss.

A família Iridaceae pertence à ordem Asparagales Link., do grupo das monocotiledôneas (APG IV), sendo constituída principalmente por plantas herbáceas. A família é caracterizada por flores com quatro verticilos florais, trímeros e flores bissexuadas (Judd *et al.*, 2009). O nome se origina do gênero *Iris* L. e provém da diversidade de cores apresentadas pelas flores deste gênero que abrangem todas as cores do arco-íris (Goldblatt & Manning, 2008). Muitas espécies dos gêneros *Iris*, *Gladiolus* L. e *Crocus* L. são cultivadas tradicionalmente em diversos locais do mundo, principalmente na Europa (Goldblatt & Manning, 2008). Além desses gêneros populares, a família possui uma série de espécies distribuídas em diversos locais do mundo, inclusive na América do Sul. A família possui dois principais centros de distribuição, um na África sub-sahariana e outro na América (Goldblatt *et al.*, 2008). Um grupo importante é representado pelo gênero *Sisyrinchium* L., que possui seu centro de diversificação no sul dos Andes e se distribui por todo o continente americano (Thode *et al.*, 2022). Espécies de Iridaceae possuem relevância cultural para a humanidade e estão presentes em diversos símbolos tradicionais. Um exemplo são os quadros de Van Gogh, que representa suas flores em buquês ou em ambiente natural formando tapetes coloridos. Além disso, a especiaria mais cara do mundo, o açafrão verdadeiro, feito dos estigmas da espécie *Crocus sativus* L. também pertence à família Iridaceae.

Apesar dos usos apresentados acima, muitas espécies americanas de Iridaceae são pouco utilizadas economicamente. Por exemplo, os gêneros *Cypella* Herb. e *Kelissa* Ravenna que possuem grande potencial ornamental. Muitas espécies americanas apresentam um apelo estético e são geófitas com bulbos ou rizomas, características que facilitaríam o seu uso no paisagismo. O qual seria vantajoso para a sua conservação, e teria menor impacto ambiental quando comparado a projetos que utilizam plantas exóticas.

Em geral, a América do Sul e o Brasil abrigam várias espécies, e até mesmo gêneros, que são endêmicos, totalizando 115 espécies e cinco gêneros no Brasil (Flora do Brasil, 2020). Devido à fragmentação de habitat, especulação imobiliária, dentre outras ameaças, algumas espécies encontram-se em listas vermelhas como *Pseudotrimezia elegans* Ravenna,

Pseudotrimezia concava Ravenna e *Trimezia plicatifolia* Chukr (CNCFlora, 2023). Entretanto, a maioria delas nem mesmo foi avaliada segundo a classificação da IUCN (Eggers & Inácio, 2020), portanto é provável que essas informações estejam obsoletas. Além disso, é necessário proteger as espécies de maneira a abranger diferentes populações para que a diversidade genética do grupo seja mantida a fim de que os riscos de extinção sejam reduzidos substancialmente (Pauls *et al.*, 2012; Andrello *et al.*, 2015).

A falta de investimento para o estudo da biodiversidade impacta diretamente na conservação das espécies (Waldron *et al.*, 2017). Isso ocorre porque a falta de incentivo inviabiliza a caracterização das espécies de maneira adequada (Paknia *et al.*, 2015; Ely *et al.*, 2017). Isso resulta em amostras com identificações incorretas ou confusas nos bancos de dados. A falta de coletas e de boas identificações mascaram a real ocorrência das espécies, evidenciando regiões geográficas sem ocorrências e onde apenas determinadas regiões são bem amostradas (Hughes *et al.*, 2021). Além disso, esses fatores somados à falta de coleções de história natural bem mantidas e de taxonomistas em países megadiversos em desenvolvimento, como o Brasil, dificulta os estudos acerca da biodiversidade global (Paknia *et al.*, 2015).

Portanto, é fundamental realizar mais pesquisas com a família Iridaceae no Brasil, a fim de elaborar medidas que promovam a conservação das espécies deste grupo. Isso pode incluir trabalhos que melhorem a taxonomia de grupos taxonômicos pouco investigados, bem como adquirir maiores informações acerca da ecologia desses grupos.

O gênero *Sisyrinchium* L.

O gênero *Sisyrinchium* é composto por plantas, em sua maioria, herbáceas, perenes e rizomatosas. Constitui um dos maiores gêneros da família, com mais de 200 espécies (Barker, 2014) e encontra-se distribuído pelo continente Americano (Goldblatt & Manning, 2008). Possui uma grande diversidade morfológica, o que inclui flores de diferentes tonalidades, variando do lilás até o amarelo (Inácio *et al.*, 2017). Além disso, é possível encontrar exemplares com poucos centímetros de tamanho como *Sisyrinchium setaceum* Klatt, até plantas robustas como *Sisyrinchium bromelioides* R.C. Foster que pode atingir 1,80 m de altura.

Sisyrinchium corresponde a um gênero monofilético fortemente sustentado de acordo com dados morfológicos (Goldblatt *et al.*, 1990) e filogenéticos (Chauveau *et al.*, 2011; Inácio *et al.*, 2017). Morfologicamente é caracterizado por folhas planas ou cilíndricas. A

inflorescência básica é um ripídio (uma inflorescência cimosa em forma de leque na qual os ramos laterais se encontram no mesmo plano e são suprimidos alternadamente em cada lado), que pode ser terminal ou axilar. Os ripídios possuem duas brácteas mais ou menos folhosas, as valvas da espata, e são agrupados ou não em sinflorescências, subtendidas ou não por uma bráctea terminal. As flores possuem tépalas subiguais, nas cores branca, azul, roxa, rosa ou amarela (Inácio *et al.*, 2017). O androceu possui filamentos basais livres ou totalmente conatos como uma coluna estaminal (Goldblatt & Manning, 2008). Algumas espécies sul-americanas apresentam elaióforos, tricomas na coluna estaminal produtores de lipídeos que também podem ocorrer nas tépalas (Chauveau *et al.*, 2011; Silvério *et al.*, 2012). O estilete do gineceu é inteiro ou dividido em três ramos curtos a longos. Frutos do tipo cápsula elipsoides, ovoides, obovoides, globosas a subglobosas, e sementes também globosas ou subglobosas. Podem ser encontradas em diversos habitats: crescem em solos secos a úmidos, às vezes em leitos rochosos, campos, pântanos, em ambientes antropizados ou em bordas de florestas. São distribuídos desde o nível do mar até áreas de altitudes elevadas, incluindo a região andina (Inácio *et al.*, 2017; Eggers & Inácio, 2020).

Atualmente, o gênero *Sisyrinchium* é subdividido em dez seções: *Cephalanthum* Baker, *Echthronema* (Herb.) Benth. & Hook., *Hydastylus* (Dryand. ex Salisb.) Ravenna, *Morphanthus* C. D. Inácio, Chauveau & L. Eggers, *Trichoparcus* C. D. Inácio, Chauveau & L. Eggers, *Rhizilium* C. D. Inácio, Chauveau & L. Eggers, *Segetia* Ravenna, *Sisyrinchium* Lem. ex Klatt, *Spathirhachis* Klotzsch ex Klatt e *Viperella* Ravenna (Inácio *et al.*, 2017). As seções são divididas por um conjunto de caracteres morfológicos, tais como: tipo de raiz que podem ser fibrosas e delgadas, grossas ou rizomatosas; presença ou ausência de folhas caulinares; tipo de sinflorescência que pode ser simples, fasciculiforme, ramificada, espiciforme; cores das flores que podem ser amarelas, brancas ou roxas e também por dados moleculares que formaram agrupamentos robustos. Historicamente, a classificação infragênérica passou por várias mudanças taxonômicas (Ravenna 2002a, 2002b) e a mais atual foi baseada em caracteres morfológicos e moleculares com ramos fortemente sustentados filogeneticamente, exceto para *Sisyrinchium* e *Rhizilium* (Inácio *et al.*, 2017).

Na região Sul do Brasil ocorrem 57 espécies nativas do gênero *Sisyrinchium*. Destas, 17 são endêmicas (Eggers & Inácio, 2020). Nos últimos anos, algumas espécies nativas desta região vêm sendo descritas, tais como *S. diversicarpum* C.D. Inácio & L. Eggers, *S. flabellatum* Aita & L. Eggers, *S. pampeanum* C.D. Inácio & L. Eggers, *S. sectiandrum* C.D. Inácio & L. Eggers (Aita *et al.*, 2013; Inácio *et al.*, 2018).

Chauveau *et al.* (2011) desenvolveram a primeira filogenia molecular com o gênero, posteriormente outras filogenias foram desenvolvidas. Além disso, um estudo biogeográfico com o objetivo de estimar a evolução e taxas de diversificação em *Sisyrinchium* foi realizado em 2022 por Thode e colaboradores.

A seção *Viperella* Ravenna

Dentre as seções do gênero *Sisyrinchium*, as espécies da seção *Viperella* ocorrem no sul da América do Sul, apresentam flores amarelas e com pouca variação interespecífica no que concerne às suas flores. Dois grupos morfológicos se destacam nesta seção, o grupo *palmifolium* que apresenta folhas basais e é composto por espécies similares a *S. palmifolium* L., e o grupo *vaginatum* que apresenta folhas caulinares e é formado por plantas morfológicamente semelhantes a *S. vaginatum* Spreng. Diversos estudos utilizando diferentes metodologias foram desenvolvidos com este grupo (Aita 2013; Inácio *et al.*, 2017; Burchardt *et al.*, 2018) que é estudado há muito tempo. A maioria das espécies foi descrita nos séculos XIX e XX por autores que se dedicaram ao estudo deste grupo, como Otto Kuntze e Friedrich Wilhelm Klatt. A descrição mais antiga é de *Sisyrinchium palmifolium* (Figura 1) realizada por Linneu em 1767. No século XIX foram descritas outras seis espécies: *Sisyrinchium vaginatum* Spreng. (Figura 1) (1824), *Sisyrinchium restioides* Spreng (1824), *Sisyrinchium alatatum* Hook. (1840), *Sisyrinchium marchio* (Vell.) Steud. (1841), *Sisyrinchium marginatum* (Figura 1) Klatt (1861) e *Sisyrinchium weirii* Baker (1876). Ravenna foi um pesquisador chileno que descreveu várias espécies americanas do gênero, dentre elas *Sisyrinchium plicatulum* Ravenna (1981) e *Sisyrinchium rectilineum* Ravenna (2002). Sendo a maioria espécimes tipo coletados por Friedrich Sellow e Carl Friedrich Philipp von Martius, naturalistas que viajaram pela América do Sul coletando plantas e realizando grandes obras de flora.

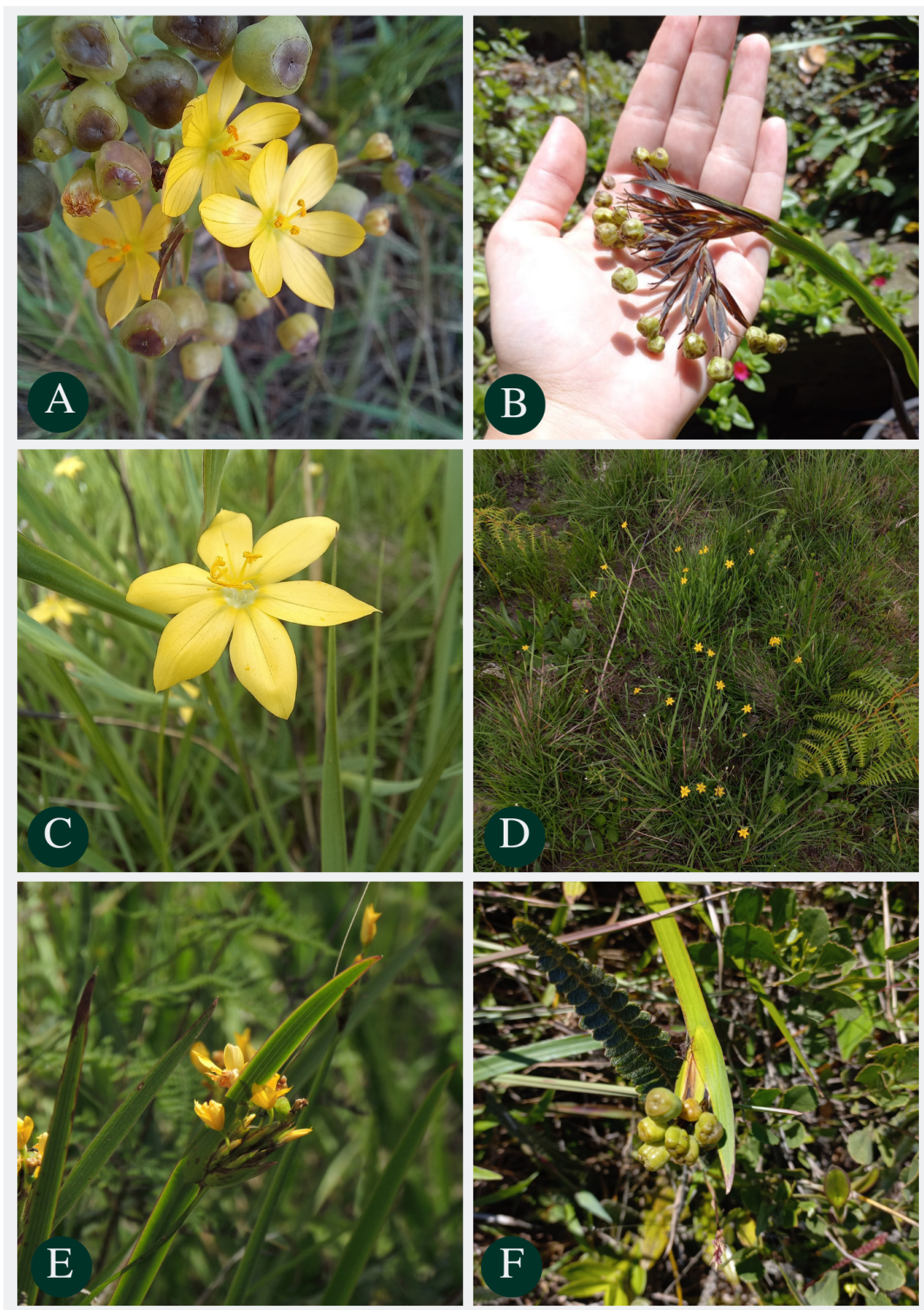


Figura 1: Alguns representantes da seção *Viperella*: A-B *Sisyrrinchium palmifolium*, C-D *Sisyrrinchium vaginatum* e E-F *Sisyrrinchium marginatum*. Imagens da autora.

No século XXI, destacam-se as dissertações de mestrado de Adriana Aita e Paula Burchardt, além das Teses de doutorado de Camila Inácio e Rogéria Miz. A primeira buscou encontrar caracteres morfológicos importantes para a distinção de espécies do grupo morfológico *palmifolium*. Burchardt *et al.* (2018) utilizaram uma abordagem filogenética com o objetivo de compreender os aspectos citogenéticos do grupo, caracterizando citogeneticamente a seção *Viperella* e analisando os dados à luz de filogenias moleculares usando métodos filogenéticos comparativos.

Nesta seção se destacam dois grupos morfológicos de espécies que se distinguem morfológicamente, sendo o grupo *palmifolium* com folhas basais e o grupo *vaginatum* com folhas caulinares (Inácio *et al.*, 2017). Os caracteres morfológicos destas espécies muitas vezes se sobrepõem gerando confusões na sua identificação de modo que dentro dos dois grupos morfológicos a delimitação das espécies não é clara. Mesmo nas filogenias deste grupo, as espécies não se mostram bem delimitadas, revelando politomias nos ramos (Chauveau *et al.*, 2011; Inácio *et al.*, 2017; Burchardt *et al.*, 2018). A falta de coletas e identificações incorretas compromete todos os trabalhos que são desenvolvidos a partir dos bancos de dados, pois atrapalham as estimativas reais dos grupos (Pedersen *et al.*, 2016, Ely *et al.*, 2017). Sendo assim, resolver problemas taxonômicos e estabelecer uma delimitação clara entre as espécies é fundamental.

Trabalhos recentes que têm como objetivo resolver problemas em grupos taxonômicos têm utilizado a abordagem morfométrica (Ely *et al.*, 2018; Neto *et al.*, 2019, Li *et al.*, 2023). A morfometria é a descrição matemática da forma dos organismos (James & Mcculloch, 1990). A forma como a informação é extraída de dados morfométricos envolve o uso de algoritmos em vez de conceitos enraizados na intuição biológica ou na morfologia clássica (Zelditch *et al.*, 2012). Esta abordagem consiste na avaliação qualitativa ou quantitativa de caracteres chave na identificação de determinada espécie ou grupos de espécies por meio de medidas que serão analisadas estatisticamente. É utilizada atualmente em diversos estudos que visam solucionar problemas taxonômicos de complexos de espécies usando algoritmos robustos (Henderson, 2006).

As análises de Coordenadas principais (PCA) e Cluster são usadas como ferramentas para análises exploratórias em sistemática, isto é, aquelas que buscam por padrões nos dados ou procuram formular inferências acerca de determinado grupo (Henderson, 2006). Para análises que incluem agrupamentos é possível encontrar trabalhos que utilizam método de Clusterização (Atria *et al.*, 2017), ou análise de coordenadas principais (Pierre *et al.*, 2014;

Bunger *et al.*, 2016; Morales *et al.*, 2014).

A taxonomia aliada aos estudos ecológicos possui um objetivo final em comum que é o mais importante quando se trata da biodiversidade: a conservação da espécie. Na busca por solucionar os problemas taxonômicos foram utilizadas abordagens morfométricas, e para compreender a ecologia do grupo foi usada modelagem de nicho ecológico. A modelagem de nicho ecológico é amplamente utilizada para compreender como as mudanças climáticas podem afetar os organismos estudados. Mas além disso, pode guiar políticas públicas na demarcação de territórios protegidos para atuar minimizando os impactos das ações humanas nesses organismos.

A modelagem de nicho ecológico é baseada na teoria de nicho descrita por Hutchinson em 1957 e tem sido aprimorada e utilizada para diversos grupos de organismos (Costa *et al.*, 2011). Esta metodologia utiliza dados de presença aliados a dados ambientais e, utilizando algoritmos, cria um modelo com a provável ocorrência dos organismos estudados (Guisan & Thuiller, 2005). Por meio destes modelos, podemos mapear áreas onde as espécies irão se estabelecer em meio às mudanças climáticas (Eustace *et al.*, 2021, Colli-Silva *et al.*, 2022). Os modelos de nicho ecológicos também podem promover diversos *insights* sobre a ecologia e distribuição geográfica das espécies (Soberón e Peterson, 2004).

O objetivo desta dissertação é auxiliar na elucidação de problemas taxonômicos de dois grupos morfológicos dentro de *Sisyrinchium* seção *Viperella* utilizando morfometria como ferramenta. Também buscamos avaliar o status de conservação segundo os critérios da IUCN para oito espécies da seção *Viperella*. Ademais procuramos compreender melhor sobre como as mudanças climáticas afetarão duas dessas espécies e se as áreas de proteção brasileiras serão suficientes para a sua conservação.

Dessa forma, esta dissertação está dividida em dois capítulos principais (Figura 2). O primeiro deles possui o objetivo de elucidar a resolução de dois grupos morfológicos da seção *Viperella* utilizando abordagem morfométrica. Este capítulo já foi finalizado e encontra-se em fase de revisão na revista *Plant Systematics and Evolution*. O segundo encontra-se em fase de finalização e será enviado para a revista *Journal for Nature Conservation*. O seu objetivo principal foi avaliar a efetividade das unidades de conservação brasileiras na proteção de duas espécies de Iridaceae, *S. plicatulum* e *S. weirii*, diante das mudanças climáticas. Os artigos foram formatados de acordo com as normas de suas respectivas revistas. Para a concretização deste trabalho, também tivemos a colaboração imprescindível de Camila Inácio e Luíz Fernando Esser.

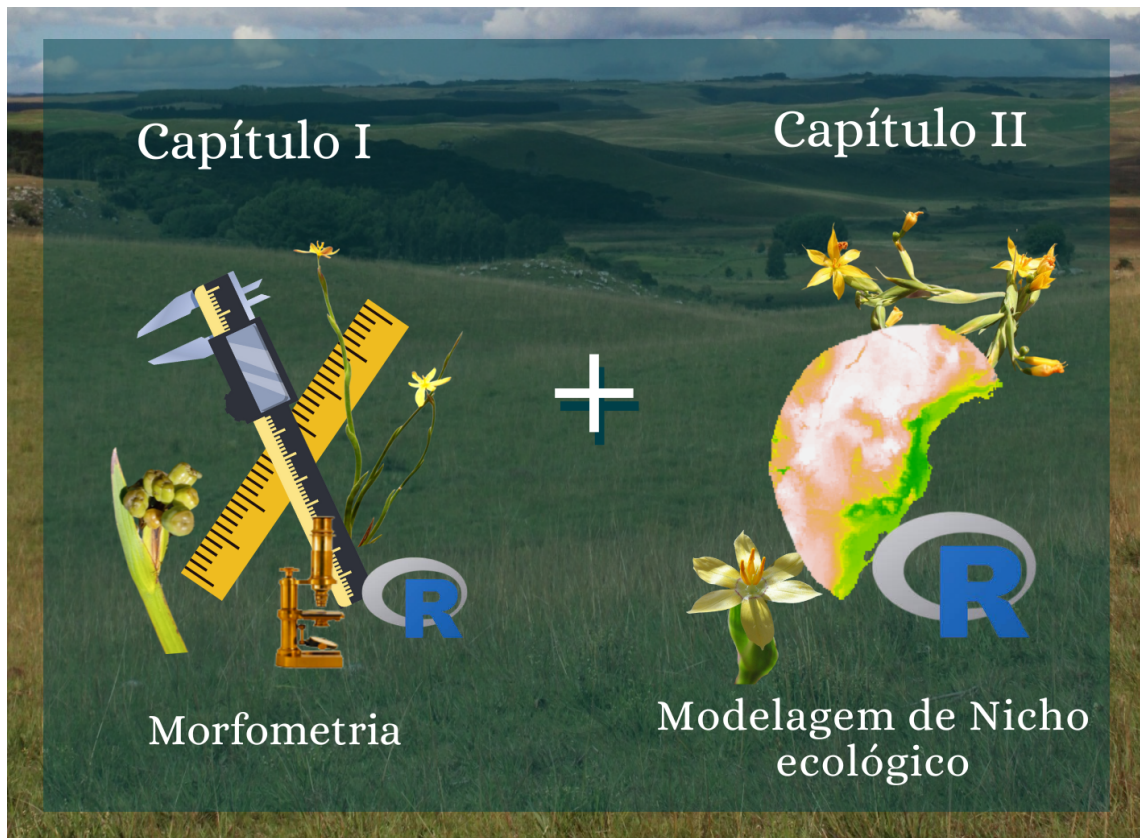


Figura 2: Esquema Ilustrado dos temas e os métodos a serem tratados em cada capítulo. Autoria das fotos: Imagem de fundo e as duas plantas do capítulo I são de autoria de Julia Dani. As duas fotos de plantas do capítulo II são de autoria de Camila Inácio (acima) e Lilian Eggers (abaixo).

Capítulo I

On the trail of the morphological traits: morphometry clarifies the species delimitation in *Sisyrinchium* section *Viperella*

Capítulo II

Predicting the Future Distribution of *Sisyrinchium* Species in Protected Areas:
Integrating Ecological Niche Modeling into Conservation Strategies

Considerações Finais

Este trabalho teve uma forte contribuição para a compreensão de *Sisyrinchium* seção *Viperella*, tanto sob aspectos taxonômicos quanto ecológicos e de conservação. Novos caracteres quantitativos foram utilizados e se revelaram relevantes para a delimitação das espécies dos dois grupos. A delimitação das espécies estudadas da seção ficou melhor esclarecida pelos caracteres morfológicos escolhidos e a variação morfológica das espécies foi analisada.

No âmbito ecológico, foi possível estimar a distribuição geográfica futura de duas espécies da seção *Viperella*, *S. plicatulum* e *S. weirii*. As projeções foram realizadas para os anos 2050 e 2070 em dois cenários climáticos diferentes: RCP 2.6 que é uma estimativa climática positiva do futuro e RCP 8.5 que é uma estimativa pessimista. *Sisyrinchium weirii* teve sua área de distribuição bastante reduzida e *S. plicatulum* apresentou expansão em alguns pontos. Entretanto, ambas as espécies não foram bem abrangidas nem nos cenários atuais, nem nos futuros pelas Unidades de Conservação Brasileiras. Além disso, o estudo evidenciou a carência destas áreas na região sul do Brasil, principalmente no Pampa. Trabalhos relacionados à modelagem de nicho ecológico nunca haviam sido realizados para o gênero *Sisyrinchium*. Pouco se sabia sobre a ecologia da *S.* seção *Viperella*, de forma que este pode ser o primeiro passo em direção a estudos desta natureza com este grupo de espécies. Estudos assim são relevantes para servirem como base para políticas públicas que visem a conservação das espécies.

No capítulo II ainda foi calculado o índice de ocupação de oito espécies para avaliar o seu status de conservação segundo os critérios da IUCN. Com base nisto, sete espécies se encontram Em Perigo (EN) e uma Vulnerável (VU). A inclusão das espécies na Lista Vermelha da IUCN é uma importante etapa, já que enfatiza a importância dos esforços em prol de sua conservação.

O grupo de pesquisa em meio ao qual este trabalho foi desenvolvido vem desempenhando esforços no estudo destas espécies há bastante tempo e em diversas áreas. Neste contexto, foram gerados resultados complementares, principalmente relacionados a novas ocorrências e obtenção do tamanho de genoma para espécies ainda não amostradas como *S. coalitum* e *S. congestum*. Os novos registros de ocorrência encontram-se tombados no herbário ICN, e dados de tamanho de genoma estão sendo organizados e analisados para futuras publicações. Além disso, visando ações de educação ambiental, foi elaborado um guia

de identificação de Iridaceae do Morro São Pedro, Porto Alegre-RS. Onde as principais espécies S. sect. *Viperella* se fazem presentes. Este guia foi submetido ao *Field Guides* para publicação e futuramente poderá ser utilizado em ações com a comunidade.

De maneira geral, muita coisa ainda precisa ser feita neste grupo para melhorar o entendimento de sua biodiversidade, que ainda se mantém complicada. Estudos ecológicos e com viés de conservação, são escassos não apenas para esta seção, mas sim para o gênero como um todo. A biogeografia do grupo, por exemplo, apresenta muitos aspectos interessantes como a colonização de ambientes muito distintos, a sobreposição de algumas espécies ou a falta de registros para locais que seriam adequados para o seu estabelecimento. Outro aspecto curioso, é a presença de diferentes níveis de ploidia nos grupos. Este fator pode influenciar as espécies de diferentes maneiras, inclusive na sua morfologia. Dessa forma, este trabalho contribui para a obtenção de conhecimento do grupo, assim como os anteriores, mas ainda assim muitos passos ainda precisam ser dados.

Referências:

- Aita, A. M.** (2013) Estudos em *Sisyrinchium* L. sec. *Hydastylus* Ravenna (Iridaceae) Ocorrentes na região sul do Brasil. Dissertation. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- Andrello, M., Jacobi, M. N., Manel, S., Thuiller, W., & Mouillot, D.** (2015). Extending networks of protected areas to optimize connectivity and population growth rate. *Ecography*, 38(3), 273–282. <https://doi.org/10.1111/ecog.00975>
- Atria, M., Van Mil, H., Baker, W. J., Dransfield, J., & Van Welzen, P.** (2017). Morphometric analysis of the rattan *Calamus javensis* complex (Arecaceae: Calamoideae). *Systematic Botany*, 42(3), 494-506.
- Baker, J. G.** (1877) Systema Iridacearum. Bot. J. Linn. Soc. 16: 61–180. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1877.tb00172.x>
- Bünger, M. D. O., Einsehl, P., Figueiredo, M. L. N., & Stehmann, J. R.** (2016). Resolving species delimitations in the *Eugenia involucrata* Group (*Eugenia* sect. *Phyllocalyx*-Myrtaceae) with morphometric analysis. *Systematic Botany*, 40(4), 995-1002.
- Burchardt, P., Souza-Chies, T. T., Chauveau, O., Callegari-Jacques, S. M., Brisolara-Corrêa, L., Inácio, C. D., Eggers, L., Siljak-Yakovlev, S., Campos, J.**

- M. S. & Kaltchuk-Santos, E.** (2018) Cytological and genome size data analyzed in a phylogenetic frame: evolutionary implications concerning *Sisyrinchium* taxa (Iridaceae: Iridoideae). *Genet. Mol. Bio.*, 41:1.
- 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.** (2011). Evolution of oil-producing trichomes in *Sisyrinchium* (Iridaceae): insights from the first comprehensive phylogenetic analysis of the genus. *Ann. Bot.* 107: 1287–1312. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcr080>
- CNCFlora.** Iridaceae. In: Centro Nacional de Conservação da Flora. Lista Vermelha[Internet]. Rio de Janeiro. [Acesso em 8 mai 2023]. Disponível em: <http://www.cncflora.jbrj.gov.br/porta>
- Colli-Silva, M., Pirani, J. R., & Zizka, A.** (2022). Ecological niche models and point distribution data reveal a differential coverage of the cacao relatives (Malvaceae) in South American protected areas. *Ecological Informatics*, 69, 101668.
- Costa, J., & Peterson, A. T.** (2011). Ecological niche modeling as a tool for understanding distributions and interactions of vectors, hosts, and etiologic agents of Chagas disease. *Recent advances on model hosts*, 59-70.
- Eggers, L., Inácio, C. D.** (2020) *Sisyrinchium*. In Flora e Funga do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB8066> (accessed 11 abr 2023).
- Ely, C. V., Bordignon, S. A. L., Trevisan, R., Boldrini, I. I.** (2017) Implications of poor taxonomy in conservation. *Journal of Nature Conservation*, 36: 10–13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.01.003>
- Ely, C. V., Andrade, B. O., Iganci, J. R. V., & Boldrini, I. I.** (2018). Integrative taxonomy improves delimitation in *Hypericum* subspecies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 68-76.
- Eustace, A., Esser, L. F., Mremi, R., Malonza, P. K., & Mwaya, R. T.** (2021). Protected areas network is not adequate to protect a critically endangered East Africa Chelonian: Modelling distribution of pancake tortoise, *Malacochersus tornieri* under current and future climates. *Plos one*, 16(1), e0238669.
- Goldblatt, P., Rudall, P., & Henrich, J. E.** (1990) The genera of the *Sisyrinchium* alliance (Iridaceae: Iridoideae): phylogeny and relationships. *Systematic Botany*, 497-510.

- Goldblatt, P., Manning, J. C.** (2008) *The iris family – Natural history and classification*. Portland: Timber Press.
- Goldblatt, P., Rodriguez, A., Powell, MP, Davies, J. T., 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 (3), 495-508.
- Guisan, A., & Thuiller, W.** (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, 8(9), 993-1009.
- Henderson, A.** (2006). Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151(1), 103-111.
- Hooker, W. J.** (1840) *Icones Plantarum*. 3: t. 219.
- Hughes, A. C., Orr, M. C., Ma, K., Costello, M. J., Waller, J., Provoost, P., Yang, Q., Zhu, C., & Qiao, H.** (2021). Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography*, 44(9), 1259–1269. <https://doi.org/10.1111/ecog.05926>
- Inácio, C. D., Chauveau, O., Souza-Chies, T. T., Sauquet, H., Eggers, L.** (2017) An updated phylogeny and infrageneric classification of the genus *Sisyrinchium* (Iridaceae): Challenges of molecular and morphological evidence. *Taxon*, 66:1317–1348. doi: <https://doi.org/10.12705/666.4>
- James, F. C., & McCulloch, C. E.** (1990). Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box?. *Annual review of Ecology and Systematics*, 21(1), 129-166.
- Klatt, F. W.** (1861–1862) *Monographia Generis Sisyrinchium*. *Linnaea* 31: 63–100.
- Li, C., Xiao, H., Zhang, X., Lin, H., Elmer, K. R., & Zhao, J.** (2023). Deep genome-wide divergences among species in White Cloud Mountain minnow *Tanichthys albonubes* (Cypriniformes: *Tanichthyidae*) complex: Conservation and species management implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 182, 107734.
- Linnaeus, C.** (1767) *Mantissa Plantarum : Generum editionis VI et specierum editionis II, Pars I - Altera*. Stockholm: Laurentius Salvius. doi: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.119809>
- Miz, R. B.** (2013). Caracterização genética da espécie *Sisyrinchium palmifolium* L. (Iridaceae) e espécies relacionadas na região sul do Brasil.
- Morales, M., Arenas, L., Remis, M. I., Wulff, A. F., Poggio, L., & Fortunato, R. H.** (2014). Morphometric and cytogenetic studies in *Mimosa diversipila* (Mimosoideae,

Leguminosae) and their taxonomic and evolutionary inferences. *Systematic Botany*, 39(3), 875-883.

- Neto, L. M., Berg, C. V. D., & Forzza, R. C.** (2019). Linear and geometric morphometrics as tools to resolve species circumscription in the *Pseudolaelia vellozicola* complex (Orchidaceae, *Laeliinae*). *Plant Ecology and Evolution*, 152(1), 53-67.
- Paknia, O., Rajaei Sh., H., & Koch, A.** (2015). Lack of well-maintained natural history collections and taxonomists in megadiverse developing countries hampers global biodiversity exploration. *Organisms Diversity & Evolution*, 15(3), 619–629. <https://doi.org/10.1007/s13127-015-0202-1>
- Pierre, A. H., Le Moguédec, G., Lowry, P. P., & Munzinger, J.** (2014). Multivariate morphometric analysis and species delimitation in the endemic New Caledonian genus *Storthocalyx* (Sapindaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 176(2), 127-146.
- Ravenna, P.** (1981) Revisional studies in the genus *Sisyrinchium* I. *Wrightia* 7: 1–9.
- Ravenna, P.** (2000) Revisional studies in the genus *Sisyrinchium* (Iridaceae) VI. *Onira* 5(4): 13–19
- Ravenna, P.** (2002a) Revisional studies in the genus *Sisyrinchium* (Iridaceae) IX. *Onira* 7(6): 20–41.
- Ravenna, P.** (2002b) Revisional studies in the genus *Sisyrinchium* (Iridaceae) – VIII. *Onira* 6(7): 48–61.
- Silvério, A., Nadot, S., Souza-Chies, T. T., & Chauveau, O.** (2012). Floral rewards in the tribe Sisyrinchieae (Iridaceae): oil as an alternative to pollen and nectar?. *Sexual plant reproduction*, 25, 267-279.
- Soberón, J., & Peterson, T.** (2004). Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1444), 689-698.
- Sprenkel, C. P. J.** (1824) *Systema Vegetabilium* 1: 166. doi: <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.822>
- Thode, V. A., Inácio, C. D., Eggers, L., Reginato, M., Souza-Chies, T. T.** (2022) Spatial-temporal evolution and diversification in *Sisyrinchium* (Iridaceae) with emphasis on abiotic drivers. *Bot. J. Linn. Soc.* 199: 93–108. doi: <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boab064>

Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., & Sheets, H. D. (2012). *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. academic press.

Waldron, A., Miller, D. C., Redding, D., Mooers, A., Kuhn, T. S., Nibbelink, N., Roberts, J. T., Tobias, J. A., & Gittleman, J. L. (2017). Reductions in global biodiversity loss predicted from conservation spending. *Nature*, 551(7680), Artigo 7680. <https://doi.org/10.1038/nature24295>

Apêndice

PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA DURANTE O MESTRADO

I. Artigos aceitos para publicação em periódicos

1. IAPT chromosome data. Abreu, F. P., Gonzati, F., Bahima, I. A., Guzati, C., **Dani, J. G.**, Souza-Chies, T. T. & Santos-Kaltchuk, E. 2023. *Taxon*.
2. IAPT chromosome data. Guzatic, C., Pecoits, G. G., **Dani, J. G.**, Abreu, F. P., Focchezato, J., Tacuatiá, L. O., Souza-Chies, T. T. & Santos-Kaltchuk, E. 2023. *Taxon*.

II. Artigos em preparação

1. Guzati, C., **Dani, J. G.**, Abreu, F. P.; Pecoits, G. G., Santos, S. O., Souza-Chies, T. T., Kaltchuk-Santos, E. E. Karyological traits as potential drivers of phenological shifts in *Cypella pusilla* (Tigridieae:Iridaceae). A ser submetido na revista *Botanical Journal of the Linnean Society*.

III. Resumos publicados em anais de congressos

1. Guzati, C., **Dani, J. G.**, Kaltchuk-Santos, E. E., Souza-Chies, T. T. Environmental Variables May Explain May Explain The Variation in Genome Size In Section *Viperella*, *Sisyrrinchium* (Iridaceae)?. In: VIIa Reunião Brasileira de Citogenética e Citogenômica, 2023, Curitiba. Anais da VIIa Reunião Brasileira de Citogenética e Citogenômica, 2023.

2. Guzati, C., **Dani, J. G.**, Santos, S. O., Pecoits, G. G., Souza-Chies, T. T., Kaltchuk-Santos, E. E. Is There a Relation Between Cytogenetic and Phenological Shifts? What Does *Cypella pusilla* (Tigridaeae: Iridaceae) Tell Us About It. In: VII Reunião Brasileira de Citogenética e Citogenômica, 2023, Curitiba. Anais da VII Reunião Brasileira de Citogenética e Citogenômica, 2023.

IV. Resumos Aceitos para publicação em anais de congressos

1. **Dani, J. G.**, Guzati, C., Souza-Chies, T. T., Morfometria Aprimora Compreensão Sobre a Delimitação de Espécies na Seção *Viperella* do Gênero *Sisyrinchium* L. (Iridaceae). II Encontro de Botânicos da Região Sul do Brasil, Lages. 2023
2. **Dani, J. G.**, Guzati, C., Souza-Chies, T. T., Kaltchuk-Santos, E. E. Análise Polínica e Reprodutiva de *Cypella pusilla* (Tigridaeae: Iridaceae): Insights Sobre uma Espécie Ameaçada com Fenologia Floral Distinta. II Encontro de Botânicos da Região Sul do Brasil, Lages. 2023.

V. Outras produções bibliográficas submetidas

1. Guzati, C., **Dani, J. G.**, Eggers, L., Souza-Chies, T. T., Kaltchuk-Santos, E. E. Iridaceae of Morro São Pedro, Porto alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Chicago: The Field Museum, 2023.