

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Instituto de Biologia

Curso de Ciências Biológicas Bacharelado



Trabalho de Conclusão de Curso

Padrão de distribuição anfítropical na flora do Rio Grande do Sul

Ingrid Medeiros Lessa

Pelotas, 2018

Ingrid Medeiros Lessa

Padrão de distribuição anfitropical na flora do Rio Grande do Sul

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. João Ricardo Vieira Iganci

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

L111p Lessa, Ingrid Medeiros

Padrão de distribuição anfitropical na flora do Rio Grande do Sul / Ingrid Medeiros Lessa ; João Ricardo Vieira Iganci, orientador. — Pelotas, 2018.

47 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) — Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Biogeografia. 2. Disjunção. 3. Filogenia. 4. Metanálise. I. Iganci, João Ricardo Vieira, orient. II. Título.

CDD : 574.0918165

Ingrid Medeiros Lessa

Padrão de distribuição anfitropical na flora do Rio Grande do Sul

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data de defesa: 20/11/2018

Banca examinadora

.....
Prof. Dr. João Ricardo Vieira Iganci (orientador)
Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr. Rodrigo Ferreira Krüger
Doutor em Biologia (entomologia) pela Universidade Federal do Paraná

.....
Prof. Dr. Gustavo Heiden
Doutor em Botânica pela Universidade Federal de São Paulo

.....
Prof. Dr. Rafael Antunes Dias (suplente)
Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Agradecimentos

Ao longo desses cinco anos de curso, aprendi a redigir diversos artigos, relatórios, projetos e trabalhos. Depois de muitas as (in)certezas, eis que é chegada a hora de escrever o tão esperado e sonhado TCC.

Antes de agradecer quem esteve comigo ao longo dessa caminhada, agradeço quem me incentivou a acreditar que seria possível sair de uma escola pública da periferia de Alvorada para ingressar no ensino superior em uma Universidade Federal. Professoras: Márcia, Nara, Roberta e Natacha, cada conselho me fez acreditar que era possível. O carinho e a dedicação de vocês me motivam a acreditar na educação e hoje, ser uma “quase” licenciada.

Ingressar na Universidade é uma conquista difícil, mas permanecer, também não é fácil. Agradeço à Pró-Reitoria de Auxílio Estudantil da UFPel por me permitir ter alimentação, transporte e moradia gratuita e de qualidade. Ao CNPq, CAPES e FAPERGS pelas bolsas de Iniciação Científica adquiridas de 2014 a 2018, pelos eventos e cidades que pude conhecer e por cada aprendizado e experiência científica adquirida nos laboratórios por onde passei.

Izabel, Marco, Mônica, Vinícius e João, obrigado por me receberem de portas abertas em seus laboratórios. Cada troca de experiências, conhecimentos e conselhos, me ajudaram a chegar até aqui e crescer profissionalmente.

Cinco anos se passaram (voando), aconteceram muitas coisas boas e ruins, mudanças e conquistas. Sabrina, Guilherme, Sheron, Lucas, Bruna e William, obrigada por fazerem parte disso tudo, muitas vezes vocês foram a “família” que escolhi e pude ter por perto. E como uma família, partilhamos momentos de risadas, rodas de mate, desabafos, conselhos e alguns rolês.

Falando em família... Mãe e pai, Kaká e Tato, sem vocês nada disso seria possível. Desculpem a ausência em certos momentos, mas agora posso compartilhar essa conquista com vocês.

Sky, companheira de cada momento. Obrigada por todo carinho, cuidado e amor. Obrigada pelo apoio e compreensão nas horas difíceis e nas noites viradas fazendo planilhas, gratidão por sempre me fazendo acreditar.

*“... Eu tô na luta, sou mulher
Posso ser o que eu quiser...”.*

Karol Conká.

Resumo

LESSA, Ingrid Medeiros. **Padrão de distribuição anfitropical na flora do Rio Grande do Sul**. 2018. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas Bacharelado, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

A fitogeografia estuda a distribuição das plantas no espaço e seus processos de diversificação, podendo ser limitada por condições ecológicas e geográficas. Para alguns táxons, a distribuição disjunta está bem elucidada. No entanto, a compreensão deste processo para diversos grupos de plantas ainda apresenta lacunas. Com o avanço tecnológico, a bioinformática tem fornecido diversas ferramentas que permitem o desenvolvimento de estudos biogeográficos. Hoje em dia, diferentes bancos de dados disponibilizam de forma *online* informações de espécimes depositados em coleções biológicas de diversos países. Buscando melhor compreender o padrão de distribuição de gêneros presentes na flora do Rio Grande do Sul, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa entre os padrões de distribuição anfitropical de *Baccharis* seção *Baccharis*, *Grindelia*, *Lupinus* e *Symphyotrichum*. O estudo se deu a partir de dados de registros de ocorrências disponibilizados nas plataformas GBIF, speciesLink e Re flora. Após a obtenção e limpeza dos dados, o mapeamento realizado no *software* DIVA-GIS, permitiu a identificação de padrões de distribuição semelhantes entre os quatro gêneros, todos esses presentes em regiões de clima temperado e subtropical. *Lupinus* também apresentou ocorrência em regiões de clima tropical de altitude da América do Sul e Central compartilhando o padrão de distribuição bipolar e desértico com *Symphyotrichum*, o qual predomina na América do Norte. *Baccharis* seção *Baccharis* que também apresenta predominância na América do Norte, se destaca devido à presença em regiões de clima tropical de altitude na América do Sul – ao longo dos Andes. A distribuição anfitropical do gênero possui padrão temperado e desértico assim como em *Grindelia*. Com os resultados obtidos, foi possível concluir que a flora do Rio Grande do Sul é composta por gêneros que apresentam padrões de distribuição anfitropical. Informações disponibilizadas em bancos de dados *online* são recursos com potencial para o desenvolvimento de estudos geográficos relacionados ao mapeamento de distribuição dos táxons, importante ferramenta para a elaboração de planos de conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: biogeografia; disjunção; filogenia; metanálise.

Abstract

LESSA, Ingrid Medeiros. **Anphitropical distribution pattern in the flora of Rio Grande do Sul state, Southern Brazil**. 2018. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas – Bacharelado, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

Phytogeography studies the distribution of plants in space and their processes of diversification, and can be limited by ecological and geographical conditions. For some taxa, the disjoint distribution is well elucidated. However, understanding this process for various plant groups still has gaps. With the technological advance, bioinformatics has provided several tools that allow the development of biogeographic studies. Nowadays, different databases offer online information of specimens deposited in biological collections of different countries. The objective of this work was to perform a comparative analysis of the distribution patterns of *Baccharis* section *Baccharis*, *Grindelia*, *Lupinus* and *Symphyotrichum*. The study was based on data from records of occurrences made available on the GBIF, speciesLink and ReFlora platforms. After obtaining and cleaning the data, the mapping performed in DIVA-GIS software allowed the identification of similar patterns of distribution among the four genera, all present in temperate and subtropical regions. *Lupinus* also presented occurrence in regions of high elevation tropical climate of South and Central America sharing the pattern of bipolar and desert distribution with *Symphyotrichum*, which predominates in North America. *Baccharis* section *Baccharis* also presents predominance in North America, and stands out due to the presence in regions of high elevation tropical climate in South America - along the Andes. The anphitropical distribution of the genus has a temperate and desert pattern as well as in *Grindelia*. With the results obtained, it was possible to conclude that the flora of Rio Grande do Sul state in Southern Brazil is composed of genera that have well established anphitropical distribution patterns. Information available in online databases are potential resources for the development of geographic studies related to the mapping of taxa distribution, an important tool for the elaboration of biodiversity conservation plans.

Keywords: biogeography; disjunction; phylogeny; metanalysis.

Lista de Figuras

- Figura 1 Espécies representantes de cada um dos gêneros. (a) *Grindelia puberula* Hook. & Arn., (b) *Lupinus paranensis* C.P.Sm., (c) *Symphotrichum graminifolium* (Spreng.) G.L.Nesom e (d) *Baccharis notoserghila* Griseb. Fonte: Flora do Brasil 2020..... 16
- Figura 2 Mapeamento da distribuição de (a) *Lupinus* e (b) *Symphotrichum*, com padrão anfitropical bipolar e desértico; e (c) *Baccharis* seção *Baccharis* e (d) *Grindelia*, com padrão anfitropical temperado e desértico..... 23
- Figura 3 Filogenia obtida por DRUMMOND et al. (2012), onde é possível identificar o grupo de espécies do leste da América do Sul como irmão do grupo do leste da América do Norte (com aproximadamente 2,3-7,1 milhões de anos (Ma) e 0,1-2,3 Ma, respectivamente) e o grupo do oeste do Novo Mundo (incluindo as encontradas nos Andes e no México) como descendentes das espécies do oeste da América do Norte (com aproximadamente 1,19-3,50 Ma e 2,1-5,5 Ma, respectivamente)..... 29
- Figura 4 Filogenia obtida por MOORE et al. (2012), onde é possível observar a relação dos grupos norte e sul-americanos de *Grindelia*..... 31

Lista de Tabelas

Tabela 1	Informações compiladas a partir dos bancos de dados GBIF, speciesLink e Re flora, sendo exibido o número de registros inicialmente obtidos, sem coordenadas geográficas, em duplicata e pós-limpeza de dados para os gêneros <i>Lupinus</i> , <i>Symphyotrichum</i> , <i>Baccharis</i> seção <i>Baccharis</i> e <i>Grindelia</i>	20
Tabela 2	Espécies dos gêneros <i>Lupinus</i> e <i>Symphyotrichum</i> analisadas e incluídas nas categorias: NT – Quase Ameaçada, LC – Menos Preocupante e DD – Dados Insuficientes da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN.....	21
Tabela 3	Espécies dos gêneros <i>Baccharis</i> seção <i>Baccharis</i> , <i>Grindelia</i> , <i>Lupinus</i> e <i>Symphyotrichum</i> presentes na flora do Rio Grande do Sul a partir de dados de ocorrência disponibilizados nas plataformas GBIF, speciesLink e Re flora.....	22

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	Revisão bibliográfica.....	15
2.1	Disjunção anfitropical	15
2.2	Bancos de dados biológicos	16
2.3	Táxons selecionados	16
3	Materiais e métodos	21
3.1	Obtenção de dados	21
3.2	Análise da distribuição geográfica	22
4	Resultados	23
5	Discussão.....	27
6	Conclusão	34
	Referências.....	35
	Apêndices	43

1 Introdução

A composição atual dos biomas é fruto de diversos processos evolutivos e adaptativos que ocorreram há milhares de anos (BAUERMANN; BEHLING; MACEDO, 2009; KERBER et al., 2014; SILVA et al., 2015). Estudos filogenéticos e registros fósseis tornam evidente que muitas espécies que hoje se encontram distribuídas em locais afastados, no passado compartilharam o mesmo local de origem (PAN et al., 2013). Devido à falta de registros fósseis para diversos táxons, a análise molecular tem sido uma importante ferramenta nos estudos biogeográficos, permitindo datar e melhor compreender eventos geológicos, ecológicos e processos de diversificação dos táxons (BELL, 2004; CHAOWASKU et al., 2014; DOBEŠ; PAULE, 2010; MANOS; MEIRELES, 2015; PETERSON, 2013; REE et al., 2004).

A distribuição geográfica dos táxons pode se dar devido a sua permanência em determinado local, redução ou ampliação da distribuição, extinção ou fragmentação da área de ocorrência (ALMEIDA; SANTOS, 2010). Esses processos são ocasionados principalmente por eventos de dispersão ou vicariância. A vicariância é ocasionada pela fragmentação da distribuição de uma população ancestral devido ao surgimento de uma barreira (física, fisiológica ou ecológica) em seu local de ocorrência (BROWN; LOMOLINO, 2006). Já a dispersão ocorre quando um grupo se distancia do local de origem em busca de melhores condições e/ou recursos, podendo ocorrer na presença ou ausência de barreiras (BROWN; LOMOLINO, 2006). Com o surgimento destas barreiras, o fluxo gênico entre as populações é interrompido e, ao longo do tempo, estas populações isoladas podem passar por processos de especiação (AGUILAR, 2009).

As espécies podem ser distribuídas de forma: 1) cosmopolita, quando a distribuição é global; 2) endêmica, quando a ocorrência é concentrada em regiões específicas (em diferentes escalas espaciais); e 3) disjunta, quando táxons próximos ocorrem em ambientes similares geograficamente isolados (BALDWIN et al., 2017; BROWN; LOMOLINO, 2006; RIDLEY, 2006; VISSER; MOLOFSKY, 2015). A disjunção pode ser originada por processos de: fragmentação da área de ocorrência de um táxon ancestral e posterior diferenciação dos grupos afastados; extinção em áreas intermediárias de táxons amplamente distribuídos, restando apenas grupos

isolados do táxon ancestral; e dispersão de uma ou mais linhagens para regiões distantes do local de origem (BROWN; LOMOLINO, 2006). O padrão anfitropical é caracterizado como um tipo de disjunção no qual as espécies ocorrem em regiões subtropicais ou temperadas geograficamente distantes (por exemplo, América do Norte e América do Sul) e estão ausentes nas regiões tropicais intermediárias (TANK; OLMSTEAD, 2009). Para alguns táxons, o processo de distribuição entre América do Sul e América do Norte está bem elucidado (AMARILLA et al., 2015; ZANELLA, 2002). No entanto, a compreensão dessa disjunção para alguns grupos de plantas ainda apresenta lacunas (HUGHES; EASTWOOD, 2006).

Alterações climáticas combinadas com variações de altitude e vegetação são fatores que podem influenciar na distribuição dos táxons (CERQUEIRA, 1995; CRISP et al., 2009). Com o soerguimento dos Andes, diversas mudanças climáticas e ambientais ocorreram na América do Sul (BELL; KUTSCHKER; ARROYO, 2012). A região andina – principalmente o norte dos Andes, é considerada um dos maiores centros de diversificação do Neotrópico, apresentando grande quantidade de plantas epífitas, ervas ou arbustos (PRANCE, 1994). A elevação destas montanhas condicionou a formação de locais com clima, solo, vegetação e topografia ideais para a co-evolução de diversas plantas, mamíferos, aves e insetos (BELL; KUTSCHKER; ARROYO, 2012; DE-SILVA et al., 2017; MUTKE et al., 2014; REDONDO, 2007). Ao mesmo tempo, durante os períodos de glaciação, alguns locais mantiveram-se preservados, sendo encontrados nestas regiões, endemismos de diversos táxons (PRANCE, 1994).

Ampliar a compreensão sobre a ecologia e evolução de organismos é possível devido ao acervo de coleções biológicas. Instituições como museus e herbários, são fontes de dados importantes para estudos que buscam compreender estes e outros processos biológicos, históricos e culturais (MARINONI; PEIXOTO, 2010). Hoje em dia, diversas instituições disponibilizam informações (taxonômicas, geográficas, genéticas e ecológicas), imagens digitalizadas e ilustrações científicas dos exemplares depositados em suas coleções de forma *online* e gratuita (CANHOS; CANHOS; SOUZA, 2006). A consulta *online* garante que pesquisas possam ser desenvolvidas a partir destes dados sem a necessidade de transportar os espécimes entre as instituições, garantindo assim, a integridade dos materiais que na maioria das vezes são sensíveis e raros (SHI; WESTEEN; RABOSKY, 2018). Para Howe et al. (2008), com o avanço da bioinformática e a quantidade crescente

de publicações, buscando aperfeiçoar o resultado de pesquisas biológicas, bancos de dados e periódicos científicos deveriam estar mais interligados. No entanto, Veiga et al. (2017) destaca que a falta de padronização no depósito de informações entre os diferentes bancos de dados e a escassez de ferramentas que permitem a filtragem dos dados antes do *download*, são fatores que limitam este tipo de estudo.

Dentre os diversos táxons de plantas com distribuição anfitropical, para este estudo, foram selecionados: *Grindelia* Willd. (Asteraceae) (Apêndice A), *Lupinus* L. (Fabaceae) (Apêndice B), *Symphotrichum* Nees (Asteraceae) (Apêndice C) e *Baccharis* L. seção *Baccharis* (Asteraceae) (Apêndice D), devido à proximidade filogenética entre os grupos da América do Sul e da América do Norte. A preferência por esses táxons foi dada pela constatação de fitogeografia e filogenia já elucidadas por diferentes trabalhos (BARTOLI; TORTOSA, 1999; DRUMMOND et al., 2012; HEIDEN; ANTONELLI; PIRANI (no prelo); HUGHES; EASTWOOD, 2006; MOORE et al., 2012; STEVENS, 2001; VAEZI; BROUILLET, 2009). No entanto, estudos de mapeamentos específicos para a distribuição anfitropical para os táxons adotados não foram encontrados, sendo esses potenciais modelos para a inferência de seus processos de diversificação no continente americano.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise comparativa do padrão de distribuição anfitropical de táxons da flora do Rio Grande do Sul.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as espécies dos gêneros selecionados ocorrentes no Rio Grande do Sul;
- Realizar o levantamento da distribuição geográfica das espécies selecionadas para cada táxon de interesse;
- Contribuir para o melhor entendimento da diversidade de espécies com o padrão de distribuição anfitropical, presentes no sul do Brasil.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Disjunção anfitropical

A disjunção pode ocorrer quando táxons coespecíficos habitam ambientes afastados ou quando a diversificação dos táxons ocorre separadamente (MOORE et al., 2012). A disjunção anfitropical pode apresentar três padrões principais: 1) temperado, que normalmente ocorre entre a costa oeste da América do Norte e a América do Sul; 2) bipolar, entre os polos Norte e Sul-americanos e 3) desértico, entre os desertos da América do Norte e os da América do Sul; (MOORE et al., 2012; WEN; ICKERT-BOND, 2009). Eventos de dispersão por longa distância ou vicariância são possíveis explicações para a ocorrência destes padrões (AMARILLA et al., 2015).

O padrão temperado apresenta maior número de registros, são plantas herbáceas com distribuição generalizada e possível origem datada anteriormente ao Plioceno, inicialmente localizadas na América do Norte com posterior dispersão para a América do Sul (RAVEN, 1963). Apesar de não descartar a possibilidade de ocorrência do evento de dispersão por longas distâncias através das regiões de montanhas, Solbrig (1972) afirma que devido à distância entre as regiões de clima temperado da América do Sul e do Norte, a vicariância é o evento que melhor explica este padrão de distribuição. Para este autor, a ocorrência de períodos com clima frio pode ter favorecido o surgimento de táxons específicos nos trópicos. Para Raven (1963), durante o percurso de dispersão por longas distâncias no sentido da América do Norte para a América do Sul, as plantas com distribuição bipolar teriam conquistado ambientes com latitudes elevadas, sendo estas, plantas herbáceas com provável origem no Pleistoceno. Já a diversificação das plantas com padrão desértico teve origem no sentido da América do Sul para a América do Norte, sendo estas caracterizadas como plantas lenhosas que apresentam grande semelhança entre as encontradas nos desertos norte-americanos, nos desertos da Argentina e do Chile (RAVEN, 1963).

A conexão das porções terrestres Norte e Sul-americanas através do surgimento do Istmo do Panamá (há aproximadamente 3,5 milhões de anos atrás), permitiu que houvesse uma troca entre a fauna e a flora nos territórios da América do Sul e do Norte. No entanto, para Simpson e Neff (1985) a dispersão é

considerada o melhor evento para explicar este padrão de distribuição em plantas, uma vez que a ocorrência de fauna com padrão disjunto entre as regiões temperadas da América do Norte e do Sul é rara, descartando assim, a possibilidade de ocorrência de um evento vicariante, corroborando Raven (1963).

2.2 Bancos de dados biológicos

As coleções biológicas (fauna, flora ou de microbiota) podem ser constituídas por fósseis, grupos de organismos ou partes desses (ARANDA, 2014). A partir das informações fornecidas nestas coleções, viabiliza-se o desenvolvimento de pesquisas científicas e didáticas, relacionadas à biogeografia, ecologia e conservação da biodiversidade (CAMARGO, 2015). Com o desenvolvimento da bioinformática, a digitalização de informações em plataformas *online* tem se tornado cada vez maior. Algumas plataformas *online* como: SiBBR (<http://www.sibbr.gov.br/>), *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF, <https://www.gbif.org/>), Re flora (<http://reflora.jbrj.gov.br/>) e *speciesLink* (<http://splink.cria.org.br/>), foram desenvolvidos para permitir o acesso a informações depositadas em coleções biológicas de herbários, museus e instituições de pesquisa de diversos países (CANHOS; CANHOS; SOUZA, 2006).

Os espécimes depositados em coleções biológicas e as informações disponibilizadas em bancos de dados *online* são ferramentas fundamentais para o desenvolvimento de estudos relacionados a mudanças climáticas, mapeamento da distribuição de espécies, perda de biodiversidade, modelagem preditiva, áreas de conservação, ocorrência de doenças infecciosas, entre outros (GIANNINI et al., 2012).

2.3 Táxons selecionados

Grindelia (Figura 1a) possui 70 espécies descritas, distribuídas em um padrão anfitropical, sendo 45 espécies encontradas na América do Norte (do centro-oeste dos Estados Unidos ao sul do México) e as demais espécies, distribuídas na América do Sul (Peru, Bolívia, Chile, Uruguai, Brasil e Argentina) (STEVENS, 2001). Para a América do Sul, há o registro de 11 espécies endêmicas, 13 espécies com ocorrência exclusiva na Argentina, três no Uruguai, duas são encontradas no deserto do Peru e norte do Chile e duas são endêmicas do Brasil (*Grindelia atlantica*

Deble & Oliveira-Deble e *G. gaucha* Deble & Oliveira-Deble) (BARTOLI; TORTOSA, 1999; REFLORA, 2018), essas são plantas perenes encontradas em regiões de solo semiárido, desértico, úmido e/ou montanhoso. A presença do gênero em locais com climas semelhantes é bem estabelecida em ambos continentes, a exemplo: no mediterrâneo da Califórnia e no Chile, bem como nas regiões de clima árido dos Estados Unidos, México e Argentina. Ainda assim, a escassez de estudos que comparem em um mesmo trabalho as espécies de *Grindelia* que habitam ambos os continentes, dificulta a compreensão de quais eventos podem ter originado essa fragmentação (MOORE et al., 2012).

Para *Lupinus* (Figura 1b) são conhecidas cerca de 280 espécies, apresentando distribuição anfítropical com centros de diversificação na América do Norte (cerca de 100 espécies, sendo 88 espécies endêmicas nas montanhas rochosas dos Estados Unidos e no oeste do Pacífico) e na América do Sul (aproximadamente 85 espécies endêmicas nos Andes e no oeste do continente e 20 espécies endêmicas no Brasil (*Lupinus arenarius* Gardner, *Lupinus comptus* Mart., *Lupinus coriaceus* Benth., *Lupinus crotalarioides* Mart. ex Benth., *Lupinus decurrens* Gardner, *Lupinus dusenianus* C.P.Sm., *Lupinus elaphoglossum* Barneby, *Lupinus insignis* Glaz. ex C.P.Sm., *Lupinus laevigatus* Benth., *Lupinus magnistipulatus* Burkart ex Planchuelo & D.B.Dunn, *Lupinus paranensis* C.P.Sm., *Lupinus parvifolius* Gardner, *Lupinus prouvensalanus* C.P.Sm., *Lupinus regnellianus* C.P.Sm., *Lupinus reitzii* Burkart ex M.Pinheiro & Miotto, *Lupinus rubriflorus* Planchuelo, *Lupinus russellianus* C.P.Sm., *Lupinus subsessilis* Benth., *Lupinus uleanus* C.P.Sm. e *Lupinus velutinus* Benth.) (DRUMMOND, 2008; HUGHES; EASTWOOD, 2006; REFLORA, 2018). De acordo com Drummond et al. (2012), dois clados apresentam origem na América do Norte: um sendo grupo irmão do clado presente no Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai; e outro mais recente sendo grupo irmão do clado encontrado ao longo dos Andes na América do Sul. As espécies deste gênero são herbáceas ou lenhosas, podem ser anuais ou perenes, habitando regiões montanhosas ou planícies (DRUMMOND et al., 2012). Apresentam importância nutricional na alimentação de ovinos e bovinos devido ao alto teor de proteínas, contudo, algumas espécies como *L. albus* L., vêm sendo estudadas em relação à toxicidade de metabólitos sintetizados por fungos patogênicos que atacam a planta (COWLEY et al., 2014).

Symphytotrichum (Figura 1c) possui cerca de 90 espécies descritas, distribuídas na América do Norte, América do Sul e Europa (KAUFFMAN et al., 2004; STEVENS, 2001), sendo *Symphytotrichum martii* (Baker) G.L.Nesom espécie endêmica do Brasil (REFLORA, 2018). O gênero apresenta complexa história evolutiva como também demonstrado a partir de estudos genéticos e moleculares (MORGAN; HOLLAND, 2012). Alguns autores subdividem o táxon em dois subgêneros, com base em caracteres morfológicos e citogenéticos (NESOM, 1994). Para outros, a comparação de características morfológicas, citogenéticas e moleculares, resulta em cinco subgêneros (SEMPLE, 2005).

Baccharis (Figura 1d) apresenta sete subgêneros e 47 seções (Heiden; Antonelli; Pirani, no prelo), possui aproximadamente 400 espécies descritas (STEVENS, 2001), das quais, 115 são endêmicas do Brasil (*Baccharis albilanosa* A.S.Oliveira & Deble, *B. alleluia* A.S.Oliveira & Deble, *B. alpestris* Gardner, *B. altimontana* G.Heiden et al., *B. angusticeps* Dusén ex Malme, *B. apicifolia* A.A.Schneid. & Boldrini, *B. aracatubensis* Malag., *B. axillaris* DC., *B. bifrons* Baker, *B. brevifolia* DC., *B. burchellii* Baker, *B. calvescens* DC., *B. chionolaenoides* D.Falkenberg & Deble, *B. ciliata* Gardner, *B. cinerea* DC., *B. clausenii* Baker, *B. concinna* G.M.Barroso, *B. conyzoides* (Less.) DC., *B. coridifolia* DC., *B. coronata* Giuliano, *B. crassipappa* Deble & A.S.Oliveira, *B. curitybensis* Heering ex Malme, *B. deblei* A.S.Oliveira & Marchiori, *B. dichotoma* G.Heiden & L.D.Meiroles, *B. dubia* Deble & A.S.Oliveira, *B. dunensis* A.A.Schneid. & G.Heiden, *B. elliptica* Gardner, *B. erigeroides* DC., *B. erioclada* DC., *B. flexuosiramosa* A.A.Schneid. & Boldrini, *B. floccosa* Deble & A.S.Oliveira, *B. friburgensis* G.Heiden et al., *B. gibertii* Baker, *B. gracilis* DC., *B. grandimucronata* Malag., *B. helichrysoides* DC., *B. hemiptera* G.Heiden & A.A.Schneid., *B. hyemalis* Deble, *B. hypericifolia* Baker, *B. imbricata* Malag., *B. inexpectata* Deble & A.S.Oliveira, *B. intermixta* Gardner, *B. itapiroensis* A.S. Oliveira & Deble, *B. itatiaiae* Wawra, *B. junciformis* DC., *B. lateralis* Baker, *B. leucocephala* Dusén, *B. leucopappa* DC., *B. ligustrina* DC., *B. lychnophora* Gardner, *B. lymanii* G.M.Barroso ex G.Heiden, *B. macrophylla* Dusén, *B. magnifica* G.Heiden, Leoni & J.N.Nakaj., *B. malmei* Joch.Müll., *B. maxima* Baker, *B. mesoneura* DC., *B. milleflora* (Less.) DC., *B. minutiflora* Mart. ex Baker, *B. multifolia* A.S.Oliveira et al., *B. myricifolia* DC., *B. napaea* G.Heiden, *B. nebularis* G. Heiden, *B. nummularia* Heering ex Malme, *B. obdeltata* G. Heiden, *B. ochracea* Spreng., *B. opuntioides* Mart. ex Baker, *B. orbiculata* Deble & A.S.Oliveira, *B. oreophila* Malme, *B. organensis* Baker,

B. pampeana A.S.Oliveira et al., *B. paranensis* Heering & Dusén, *B. parvidentata* Malag., *B. patens* Baker, *B. pauciflorescens* DC., *B. pentodonta* Malme, *B. perlata* Sch.Bip. ex Baker, *B. phyllifolia* DC., *B. pluricapitulata* (Deble) G.Heiden, *B. pohlii* (Baker) Deble & A.S.Oliveira, *B. polygona* Baker, *B. polyphylla* Gardner, *B. pseudoalpestris* Malag., *B. pseudomyriocephala* Malag., *B. pseudovaccinioides* Malag., *B. pseudovillosa* Malag. & J.Vidal, *B. ramboi* G.Heiden & Macias, *B. regnellii* Sch.Bip. ex Baker, *B. reticularia* DC., *B. reticularioides* Deble & A.S.Oliveira, *B. retusa* DC., *B. rivularis* Gardner, *B. rufidula* (Spreng.) Joch.Müll., *B. scabrifolia* G.Heiden, *B. scopulorum* A.A.Schneid. & G.Heiden, *B. selloi* Baker, *B. serrula* Sch.Bip. ex Baker, *B. serrulata* (Lam.) Pers., *B. simplex* G. Heiden, *B. sphagnophila* A.A.Schneid. & G.Heiden, *B. sphenophylla* Dusén ex Malme, *B. stylosa* Gardner, *B. suberectifolia* A.S.Oliveira & Deble, *B. tarchonanthoides* DC., *B. trilobata* A.S.Oliveira & Marchiori, *B. trineura* Soria & Zardini, *B. truncata* Gardner, *B. uleana* Malag., *B. umbellata* G.Heiden & Ribas, *B. uncinella* DC., *B. urvilleana* Brongn., *B. variabiliflora* Deble & A.S.Oliveira, *B. vismioides* DC., *B. wagenitzii* (F.H.Hellw.) Joch.Müll., *B. weirii* Baker, *B. xiphophylla* Baker) (REFLORA, 2018). Seus centros de distribuição são os Andes (da Colômbia à Argentina), o Sul e o Sudeste do Brasil (HEIDEN; IGANCI; MACIAS, 2009). Devido à amplitude do gênero, optou-se por analisar apenas a distribuição da seção *Baccharis*, composta por 23 espécies Heiden; Antonelli; Pirani (no prelo) e que representam um clado com padrão de distribuição anfitropical. A dispersão dos frutos do tipo cipsela é realizada principalmente por anemocoria, conforme Heiden (2005). O gênero é alvo de pesquisas farmacológicas devido ao potencial medicinal de alguns compostos bioativos presentes em espécies como: *Baccharis anomala* DC., *B. dentata* (Vell.) G.M.Barroso e *B. uncinella* DC. (XAVIER, 2011).



Figura 1. Espécies representantes de cada um dos táxons. (a) *Grindelia puberula* Hook. & Arn., (b) *Lupinus paranensis* C.P.Sm., (c) *Symphyotrichum graminifolium* (Spreng.) G.L.Nesom e (d) *Baccharis notoserghila* Griseb. Fonte: Flora do Brasil 2020 em construção.

3 Materiais e métodos

3.1 Obtenção de dados

Neste estudo foram utilizados registros de ocorrência disponibilizados nos bancos de dados GBIF (<https://www.gbif.org/>), Reflora (<http://reflora.jbrj.gov.br/>) e speciesLink (<http://smlink.cria.org.br/>). Nestas plataformas, o *download* de dados é fornecido em formato csv, em planilhas de Excel contendo as seguintes informações: nome científico, nome do coletor, identificador da amostra, coleção de origem, número de coleta, localização e data da coleta, coordenadas geográficas e eventuais observações descritas pelo coletor.

Lançado em 1996, o GBIF disponibiliza informações que variam de registros fósseis a espécimes depositados em coleções biológicas; registros feitos por pesquisadores em campo; dados obtidos através de armadilhas fotográficas ou por sensoriamento remoto. Devido a essa variedade de fontes, por muitas vezes, as informações obtidas não apresentam o mesmo nível de detalhamento. Sendo assim, é possível encontrar dados disponibilizados em duplicata, com ausência de informações ou com sinônimo de nomenclatura, conforme GBIF (2018). O Herbário Virtual Reflora criado em 2010 com sede física no Jardim Botânico de Rio de Janeiro tem como objetivo compilar e disponibilizar de forma *online* informações de plantas da flora brasileira que estão depositadas em herbários de diferentes países. Com isso, o conhecimento da flora nativa é ampliado, permitindo o desenvolvimento de estratégias de conservação (REFLORA, 2018). Bem como o GBIF e o Reflora, o speciesLink tem por objetivo armazenar e compartilhar informações sobre a biodiversidade, utilizar modelos matemáticos para análise da distribuição geográfica das espécies e contribuir com o desenvolvimento de pesquisas e ferramentas de conservação (SPECIESLINK, 2018).

A busca pelos registros de cada um dos gêneros foi realizada individualmente nas três plataformas. Após a localização e *download* dos registros, planilhas obtidas em formato csv foram convertidas para dados tabulados. Em seguida, buscando melhorar o desempenho das análises e a obtenção de resultados fidedignos, as informações foram filtradas de acordo com: coordenadas geográficas, número de coleta e coletor. Inicialmente, foram removidos os registros que não apresentavam georreferenciamento, em seguida, foram removidas das planilhas as coletas

apresentadas em duplicata, sendo priorizadas as amostras identificadas por especialistas de cada táxon.

Após a limpeza e cruzamentos das planilhas de dados para cada um dos gêneros selecionados, obtidas nas plataformas supracitadas, realizou-se a verificação das espécies de cada um desses gêneros, que ocorrem no Rio Grande do Sul, através de consulta na plataforma Re flora. Além disso, verificou-se a ocorrência de sinônimos de nomenclatura das espécies nas plataformas Catalogue of Life (<http://www.catalogueoflife.org/col/search/scientific>), Tropicos (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>) e Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>), garantindo assim, maior confiabilidade dos dados analisados.

3.2 Análise da distribuição geográfica

Após a limpeza dos dados, as planilhas de cada táxon foram carregadas no aplicativo DIVA-GIS versão 7.5 (HIJMANS; GUARINO, 2012). Esta ferramenta nos permite mapear os pontos de distribuição das diferentes espécies com base em suas coordenadas geográficas obtidas nos bancos de dados. Para verificar a distribuição dos gêneros de acordo com a altitude dos países do continente americano, foram adicionadas nos mapas camadas de altitude variando de 0 a 7.000 metros. Mesmo após a limpeza de dados, alguns registros apresentaram nos mapas pontos de distribuição aleatórios nos oceanos ou em pontos centrais dos países, assim, para aumentar a confiabilidade e facilitar a visualização dos mapeamentos, cada um destes pontos equivocados foram identificados e removidos das planilhas.

4 Resultados

Dentre os quatro gêneros estudados, foram obtidos 465.799 registros de ocorrência. Destes, 220.826 foram removidos por falta de georreferenciamento e 174.164 por estarem em duplicata. Inicialmente, *Lupinus* apresentou o maior número de registros com 309.888 espécimes, em seguida, *Symphyotrichum* com 119.553, *Baccharis* seção *Baccharis* com 19.595, e *Grindelia* com 16.763. O processo de limpeza dos dados resultou na permanência total de 70.809 registros, sendo *Lupinus* o gênero com maior número de pontos (29.815), seguido de *Symphyotrichum* (24.751), *Baccharis* seção *Baccharis* (10.533) e *Grindelia* (5.710). As informações sobre os registros obtidos nos bancos de dados inicialmente e após a filtragem de dados para cada um dos gêneros, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Informações compiladas a partir dos bancos de dados GBIF, speciesLink e Reflora, sendo exibido o número de registros inicialmente obtidos, sem coordenadas geográficas, em duplicata e pós-limpeza de dados para os gêneros *Lupinus*, *Symphyotrichum*, *Baccharis*-seção *Baccharis* e *Grindelia*.

Gêneros	Registros obtidos	Registros sem coordenadas geográficas	Registros em duplicata	Registros obtidos após a limpeza de dados
<i>Lupinus</i>	309.888	135.736	144.337	29.815
<i>Symphyotrichum</i>	119.553	67.854	26.948	24.751
<i>Baccharis</i> seção <i>Baccharis</i>	19.595	7.128	1.934	10.533
<i>Grindelia</i>	16.763	10.108	945	5.710
Total	465.799	220.826	174.164	70.809

Dos quatro gêneros estudados, dois possuem espécies incluídas na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN (IUCN, 2018). *Symphyotrichum* com sete espécies na categoria Menos Preocupante (LC – *Least Concern*) e *Lupinus* com 18 espécies: 12 na categoria LC, três Quase Ameaçadas (NT – *Near Threatened*) e três apresentam Dados Insuficientes (DD – *Data Deficient*), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Espécies dos gêneros *Lupinus* e *Symphyotrichum* analisadas e incluídas nas categorias: NT – Quase Ameaçada, LC – Menos Preocupante e DD – Dados Insuficientes da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN.

Espécie	Categoria IUCN
<i>Lupinus kingii</i> S.Watson <i>L. breweri</i> A.Gray <i>L. microcarpus</i> Sims <i>L. diffusus</i> Nutt. <i>L. nootkatensis</i> Donn ex Sims <i>L. argentus</i> Pursh <i>L. obtusilobus</i> A.Heller <i>L. bogotensis</i> Benth. <i>L. texensis</i> Hook. <i>L. pubescens</i> Benth. <i>L. grayi</i> S.Watson, <i>L. variicolor</i> Steud.	LC
<i>L. peirsonii</i> H.Mason <i>L. westianus</i> Small <i>L. rivularis</i> Dougl. ex Lindl.	NT
<i>L. rupestris</i> Kunth <i>L. kunthii</i> J.Agardh <i>L. smithianus</i> Kunth	DD
<i>Symphyotrichum anticostense</i> (Fernald) G.L.Nesom <i>S. lanceolatum</i> (Willd.) G.L.Nesom <i>S. praealtum</i> (Poir.) G.L.Nesom <i>S. ciliatum</i> (Ledeb.) G.L.Nesom <i>S. boreale</i> (Torrey & A.Gray) Á.Löve & D.Löve <i>S. puniceum</i> (L.) Á.Löve & D.Löve <i>S. subulatus</i> Michx	LC

Quanto à ocorrência dos gêneros no Rio Grande do Sul, *Lupinus* apresentou o maior número de espécies (17), seguido de *Grindelia* (3), *Symphyotrichum* (3) e *Baccharis* seção *Baccharis* (1), conforme Tabela 3.

Tabela 3. Espécies dos gêneros *Baccharis* seção *Baccharis*, *Grindelia*, *Lupinus* e *Symphyotrichum* presentes na flora do Rio Grande do Sul a partir de dados de ocorrência disponibilizados nas plataformas GBIF, speciesLink e Reflora.

Família	Espécie
Asteraceae	<i>Baccharis notoserghila</i> Griseb.
Asteraceae	<i>Grindelia buphthalmoides</i> DC. <i>G. puberula</i> Hook. & Arn. <i>G. pulchella</i> Dunal
Fabaceae	<i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn. <i>L. coriaceus</i> <i>L. bracteolaris</i> Ders. <i>L. cutleri</i> Eastw. <i>L. czermakii</i> Briquet & Hochreutiner <i>L. gilbertianus</i> C.P.Sm. <i>L. guaraniticus</i> (Hassl.) C.P.Sm. <i>L. heptaphyllus</i> Hassl. <i>L. lanatus</i> Benth. <i>L. linearifolius</i> Larrañaga <i>L. linearis</i> Desr. <i>L. magnistipulatus</i> Burkart ex Planchuelo & D.B.Dunn <i>L. multiflorus</i> Desr. <i>L. reitzii</i> Burk. E.Pinheiro e Miotto <i>L. rubriflorum</i> Planchuelo <i>L. setiflorus</i> Planchuelo & Dunn <i>L. uleanus</i> C.P.Sm.
Asteraceae	<i>Symphyotrichum regnellii</i> (Baker) G.L.Nesom <i>S. squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom <i>S. subulatum</i> (Michx.) G.L.Nesom

Os mapeamentos permitiram identificar padrões de distribuição semelhantes entre os quatro gêneros. *Lupinus* (Figura 2a) e *Symphyotrichum* (Figura 2b) apresentam padrão de distribuição bipolar e desértico. Já *Baccharis* seção *Baccharis* (Figura 2c) e *Grindelia* (Figura 2d), compartilham os padrões temperado e desértico. Como é possível observar na Figura 2, *Lupinus* e *Baccharis* seção *Baccharis* estão presentes ao longo de toda extensão dos Andes. De modo geral, os quatro gêneros estudados apresentam predominância de distribuição na América do Norte e são encontrados em regiões de clima temperado, subtropical e tropical de altitude.

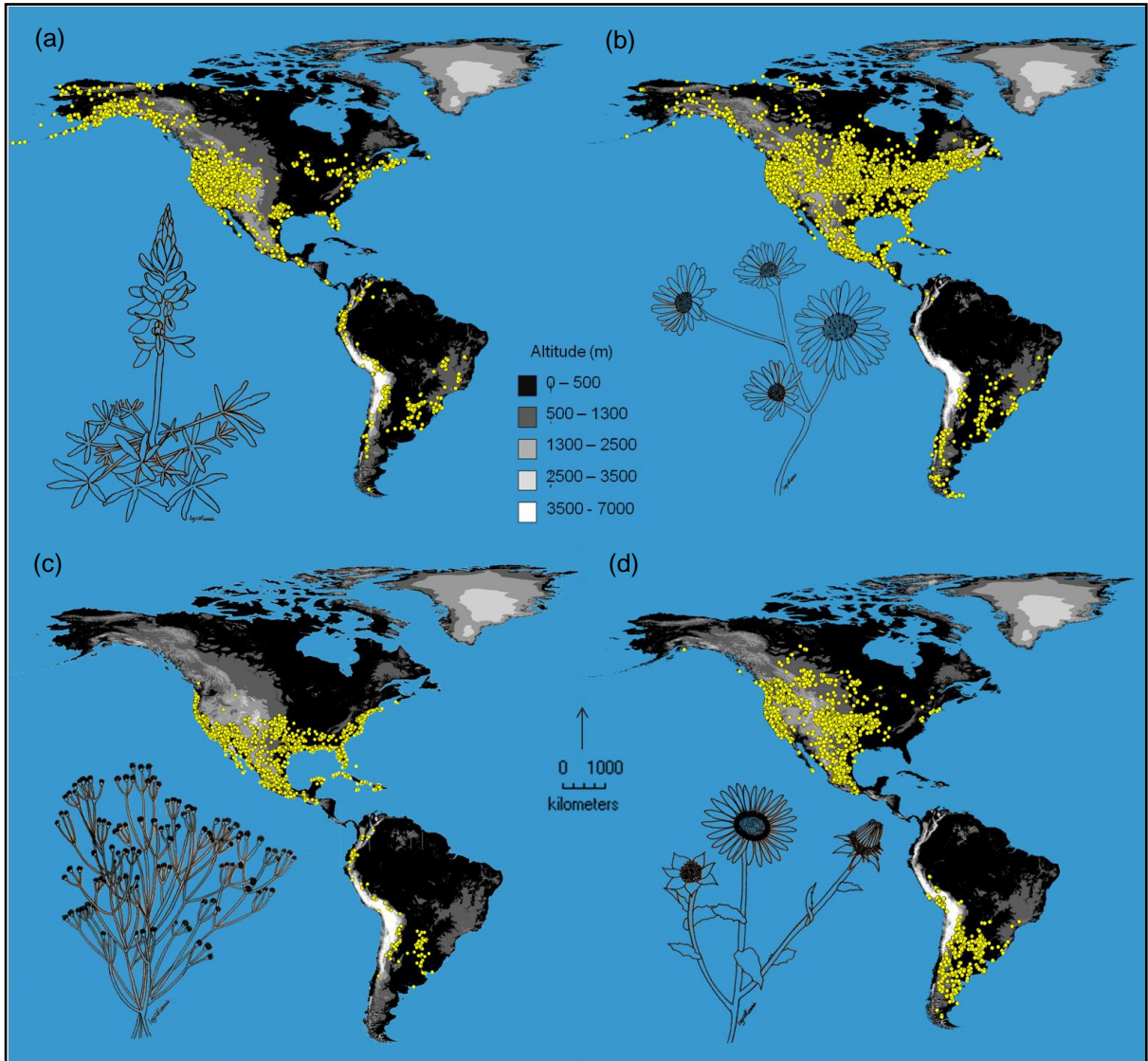


Figura 2. Mapeamento da distribuição de (a) *Lupinus* e (b) *Symphyotrichum*, com padrão anfitropical bipolar e desértico; e (c) *Baccharis* seção *Baccharis* e (d) *Grindelia*, com padrão anfitropical temperado e desértico.

5 Discussão

Ao analisar a Tabela 1, é possível observar que cerca de 80% dos registros obtidos foram eliminados durante a limpeza de dados devido à falta de georreferenciamento dos locais de coleta ou a registros depositados em duplicata. Buscando aperfeiçoar o uso de informações de bancos de dados biológicos, Mudunuri et al. (2009) desenvolveram o bioDBnet (biological DataBase network) ferramenta que permite converter, gerar relatórios e localizar identificadores de forma *online* a partir das informações obtidas em diferentes bancos de dados. No entanto, esta ferramenta está disponível no momento apenas para dados moleculares.

De acordo com Bourne (2005), embora as informações disponibilizadas nos bancos de dados (registros de espécies, sequências gênicas, proteínas, entre outros) permitam ao público o desenvolvimento de diferentes análises e inferências para obtenção de resultados, a publicação de trabalhos com a descrição de espécies ou estrutura de uma molécula, por exemplo, ainda apresentam maior impacto na comunidade científica. Se, no futuro os fatores custo-benefício e vinculação dos bancos de dados aos periódicos científicos forem resolvidos, uma das vantagens será o acesso às informações utilizadas a partir dos bancos de dados, através do DOI (*Digital Object Identifier*) do artigo. Com isso, o trabalho de pesquisa seria otimizado, além de garantir de fato a reprodutibilidade dos trabalhos científicos (BOURNE, 2005).

Na Tabela 2, demonstra-se que 25 espécies estão inseridas em categorias da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN (IUCN, 2018), sendo sete espécies do gênero *Symphyotrichum* e 18 espécies do gênero *Lupinus*. De acordo com ICMBIO (2013), a determinação dos critérios de classificação da IUCN utiliza como base mapeamentos da extensão de ocorrência das espécies definidas com base nos dados de registros de ocorrências disponibilizados. Mapas como os apresentados na Figura 2, que utilizam a bioinformática para elaboração dos dados e análises técnicas, vêm sendo cada vez mais utilizados como ferramentas para elaboração de planos de conservação.

A partir dos 70.809 registros de ocorrência obtidos após a limpeza de dados, o levantamento das espécies ocorrentes no Rio Grande do Sul, resultou na identificação de 17 espécies de *Lupinus*, três espécies de *Grindelia* e *Symphotrichum* e uma espécie de *Baccharis* seção *Baccharis*. Na literatura, é possível identificar a ocorrência de outras no estado, no entanto, durante a limpeza de dados obtidos é provável que os registros dessas espécies tenham sido removidos por falta de georreferenciamento (OLIVEIRA; DEBLE; MARCHIOR, 2005; CANCELLI et al., 2010; BARETTA et al., 2008).

Nos estudos de Overbeck et al. (2018) identifica-se a presença de *Baccharis*, *Symphotrichum* e *Grindelia* entre os 174 gêneros ocorrentes nos campos do sul do Brasil e os 190 gêneros ocorrentes nas pradarias norte-americanas. Resultados de mapeamentos como os obtidos neste trabalho combinados com o resultado de trabalhos como o de Overbeck et al. (2018), evidenciam a similaridade destes biomas, principalmente em relação ao clima, vegetação e a presença ou ausência do fogo e/ou pastejo (como ferramenta ecológica reguladora). Com isso, torna-se possível a elaboração de planos de conservação para espécies nativas em regiões do Pampa onde o pastejo não está presente, diminuindo assim, a ocorrência de espécies invasoras.

Destaca-se como um importante resultado desta pesquisa a ocorrência de algumas espécies dos gêneros *Grindelia*, *Lupinus*, *Symphotrichum* e *Baccharis* seção *Baccharis* em regiões de clima tropical, conforme é possível observar na Figura 2. Tal resultado corrobora os estudos de Simpson et al. (2017) sobre as exceções em relação ao padrão de distribuição anfitropical para as espécies *Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose e *Eleocharis exigua* Roem. & Schult. Para estes autores, a vegetação presente de forma contínua nas regiões temperadas, subtropicais e tropicais estritas, apresenta influência maior no estabelecimento do padrão anfitropical do que os trópicos propriamente ditos. Os autores consideram a vegetação da cordilheira dos Andes e as formações abertas arbustivas tropicais como pertencentes ao padrão anfitropical, mesmo que presentes em regiões tropicais. Isso pode justificar a presença dos quatro gêneros estudados nas regiões tropicais da América do Sul (Peru, Equador, Colômbia e Venezuela), no Sul do México e na América Central.

O padrão de distribuição encontrado para *Lupinus* na América do Sul assemelha-se ao obtido por Longhi-Wagner; Zanin (1998) ao analisar a distribuição

do gênero *Stipa* L.. De acordo com Hughes; Eastwood (2006), *Lupinus* teve origem há 1,47-1,93 milhões de anos, na América do Norte e posterior dispersão por longas distâncias para os Andes no final do terciário, até conquistar a América do Sul. O padrão de distribuição anfitropical bipolar identificado a partir do mapeamento para o gênero disponível na Figura 2a, assim como os resultados de Hughes; Eastwood (2006) corrobora Raven (1963) ao inferir que táxons com distribuição anfitropical bipolar, apresentam origem na América do Norte, conquistando regiões de altitude (as montanhas norte-americanas e os Andes) e posterior dispersão para a América do Sul.

Na Figura 2a, é possível observar a distribuição de *Lupinus* em toda a extensão dos Andes. Drummond et al. (2012) destaca que a capacidade do gênero se estabelecer em ambientes montanhosos está diretamente relacionada ao hábito de crescimento perene. Como é possível observar na Figura 3, os resultados obtidos por estes autores revelam que o grupo de espécies do leste da América do Sul é irmão do grupo do leste da América do Norte, datados com 2,3-7,1 milhões de anos (Ma) e 0,1-2,3 Ma, respectivamente. Já as espécies do oeste do Novo Mundo (incluindo as encontradas nos Andes e no México) (1,19-3,50 Ma) são apresentadas como descendentes das espécies do oeste da América do Norte (2,1-5,5 Ma). Devido a esta proximidade filogenética, ambos os grupos são considerados bons exemplos de distribuição anfitropical nas Américas, conforme Simpson et al. (2017). Destaca-se a diversificação de *Lupinus* nos Andes (1,93-2,78 espécies/Ma) dentre as radiações insulares de plantas. Para Hughes; Eastwood (2006) esta distribuição em cerca de 4.000 km é considerada uma exceção nos padrões de radiação insulares.

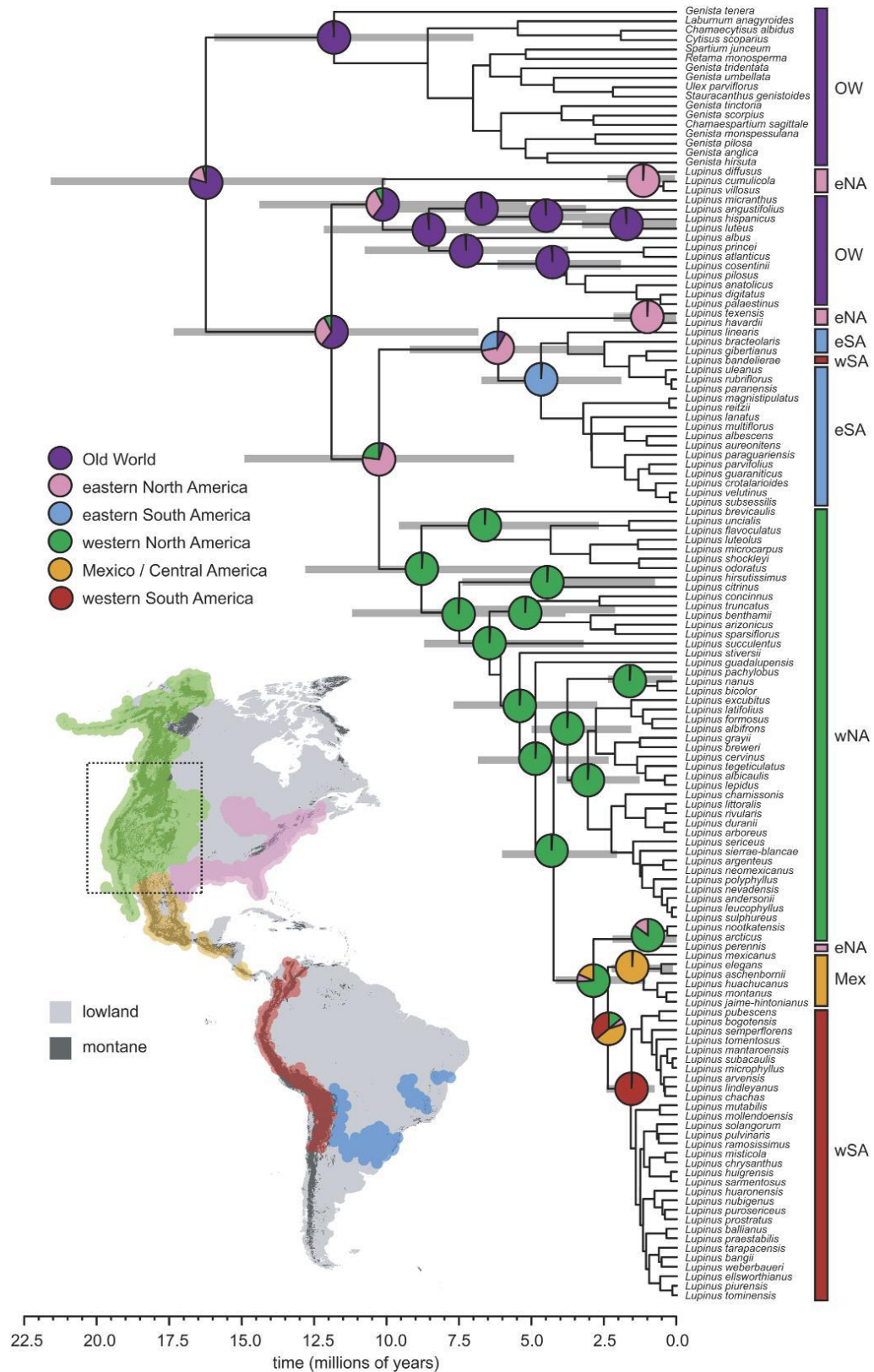


Figura 3. Filogenia obtida por DRUMMOND et al. (2012), onde é possível identificar o grupo de espécies do leste da América do Sul como irmão do grupo do leste da América do Norte (com aproximadamente 2,3-7,1 milhões de anos (Ma) e 0,1-2,3 Ma, respectivamente) e o grupo do oeste do Novo Mundo (incluindo as encontradas nos Andes e no México) como descendentes das espécies do oeste da América do Norte (com aproximadamente (1,19-3,50 Ma e 2,1-5,5 Ma, respectivamente).

Assim como os Andes são considerados barreiras geográficas para a distribuição de alguns gêneros (PENNINGTON et al., 2010), as montanhas rochosas da América do Norte podem ser responsáveis pelo isolamento dos dois clados norte-americanos de *Grindelia* (MOORE et al., 2012). A origem das montanhas rochosas da América do Norte é datada entre 55-36 Ma (Eoceno), já o período de origem da tribo Astereae é estimado em 30 Ma (Oligoceno), assim, a dispersão é considerada o evento mais favorável para a distribuição do gênero no norte e sul da América após o Mioceno (MOORE et al., 2012), Figura 4. Para estes autores, ambos os clados apresentam idade suficiente para ter se diversificado separadamente. A homologia dos genes 18S, 5S e 26S entre os clados demonstra que o gênero teve origem na América do Norte e posterior dispersão para a América do Sul (MORENO et al., 2016). No entanto, ao contrário de *Lupinus*, poucos estudos relacionados à filogenia dos clados americanos de *Grindelia* são disponibilizados, o que dificulta a compreensão do processo de diversificação do táxon nas Américas. Os resultados obtidos por Moreno et al. (2016) demonstram que as espécies da América do Sul apresentam genoma menor e maiores ploidias (di, hexa, tetra e citótipos), enquanto espécies norte-americanas são apenas tetraplóides e citótipos. De acordo com estes autores, essas diferenças de ploidia entre os grupos são adaptações que podem estar relacionadas com maiores tolerâncias a condições ecológicas e capacidade de dispersão.

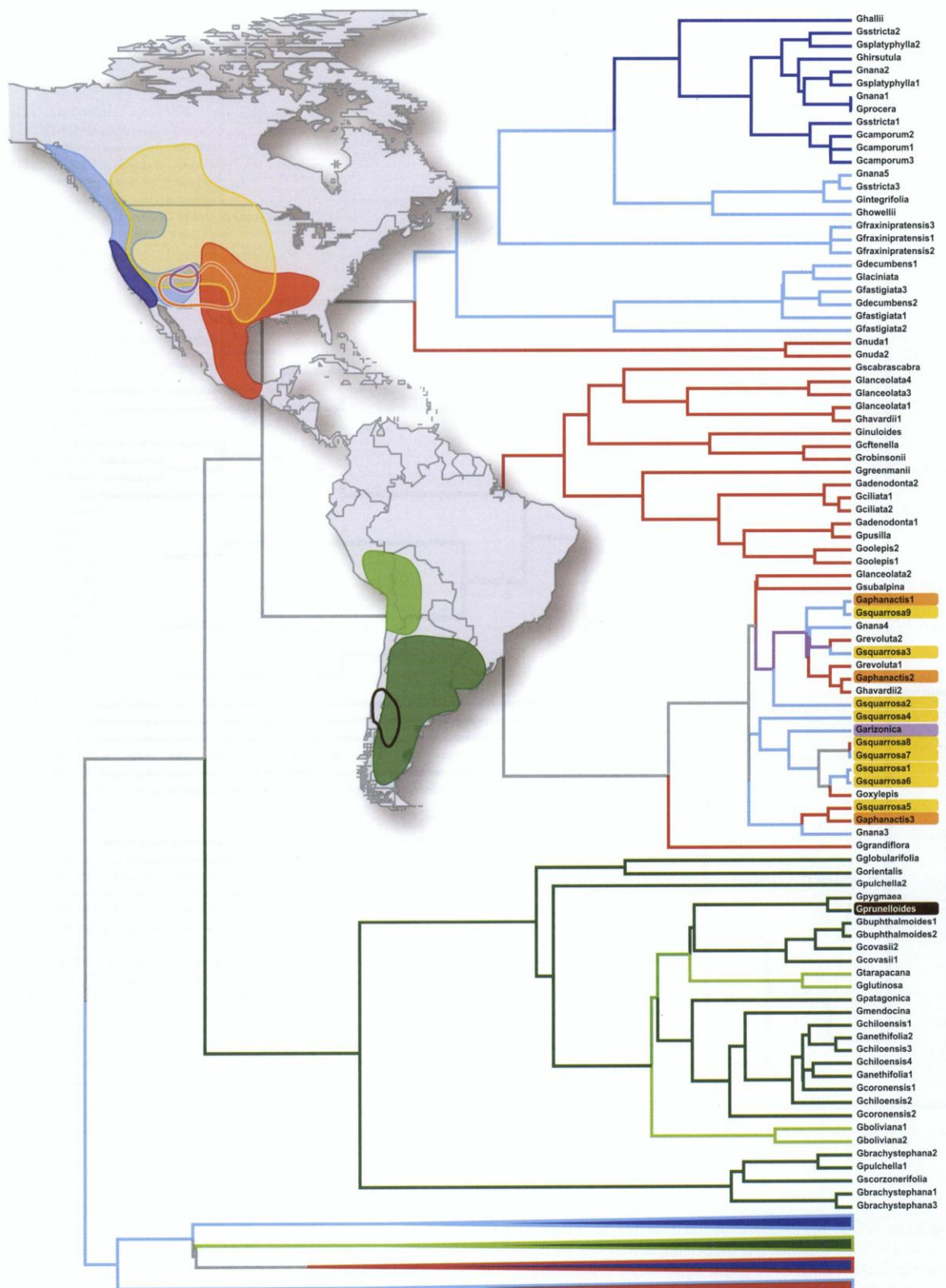


Figura 4. Filogenia obtida por MOORE et al. (2012), onde é possível observar a relação dos grupos norte e sul-americanos de *Grindelia*.

Nas análises filogenéticas realizadas por HEIDEN; ANTONELLI; PIRANI (no prelo) para *Baccharis*, as 23 espécies da seção *Baccharis* mostraram-se predominantemente norte-americanas, sugerindo provável origem do gênero na América do Norte e posterior dispersão para o Caribe e América do Sul. *Baccharis notoserghila*, espécie da América do Sul, foi identificada como irmã do grupo norte-americano (HEIDEN; ANTONELLI; PIRANI, no prelo).

Ainda assim, é possível constatar que considerando a relação custo-benefício, o uso da bioinformática se torna cada vez mais promissor no desenvolvimento de estudos biogeográficos. No entanto, os bancos de dados *online* ainda necessitam de padronizações, atualizações e aperfeiçoamentos constantes visando minimizar a perda de registros devido à falta de georreferenciamento. Buscando melhor elucidar o processo de diversificação destes gêneros no continente americano, estudos futuros são necessários para complementar os resultados aqui obtidos.

6 Conclusão

Os gêneros *Grindelia*, *Lupinus*, *Symphyotrichum* e *Baccharis* seção *Baccharis*, ocorrentes no Rio Grande do Sul, com 17, 3, 3 e 1 espécies respectivamente, apresentam distribuição disjunta anfitropical. Através dos mapeamentos, foi possível identificar a ocorrência dos quatro gêneros em regiões tropicais e a distribuição de *Lupinus* e *Symphyotrichum* em padrões bipolar e desértico. Já a ocorrência de *Baccharis* seção *Baccharis* e *Grindelia*, sendo encontradas nos padrões temperado e desértico.

Referências

AGUILAR, Juan Manuel Ruiz-Esparza. Biogeografia. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009. 18 p.

ALMEIDA, Eduardo. A. B.; SANTOS, Charles Morphy D. Lógica de Biogeografia de Vicariância. In: CARVALHO, Claudio J. B. de. Biogeografia da América do Sul: padrões e processos. São Paulo: Roca, 2010. p. 52-62.

AMARILLA, L D.; CHIAPELLA J O.; SOSA, V.; MORENO N C.; ANTON A M. A tale of North and South America: time and mode of dispersal of the amphitropical genus *Munroa* (Poaceae, Chloridoideae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 179, n. 1, p. 110–125, 2015.

ARANDA, Arion Tulio. Coleções Biológicas: Conceitos básicos, curadoria e gestão, interface com a biodiversidade e saúde pública. Terceiro Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica. São Paulo, 2014. p. 56.

BALDWIN, B. G.; THORNHILL A. H.; FREYMAN, W. A.; ACKERLY D. D.; KLING M. M.; HOLME, N. M.; MISHLER, B. D. Species richness and endemism in the native flora of California. *American Journal of Botany*, v. 104, n. 3, p. 487-501, 2017.

BERETTA, M. E.; FERNANDES, A. C.; SCHNEIDER, A. A.; RITTER, M. R. A família Asteraceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 6, n. 3, p. 189-216, 2008.

BARTOLI, A.; TORTOSA, R. D. Revisión de las especies sudamericanas de *Grindelia* (Asteraceae: Astereae). *Kurtziana*, Cordoba, v. 27, p. 327- 359, 1999.

BAUERMANN, S. G.; BEHLING, H.; MACEDO, R. B. 2009. Biomas e evolução da paisagem no Rio Grande do Sul com base em paleopalinologia. In: RIBEIRO, Ana Maria; BAUERMANN, Soraia Girardi; SCHERER, Carolina Saldanha. (Org.). Quaternário do Rio Grande do Sul: Integrando Conhecimentos. Porto Alegre: Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2009. p. 81-93.

BELL, C. D.; KUTSCHKER, A; ARROYO, M. T. K. Phylogeny and diversification of Valerianaceae (Dipsacales) in the southern Andes. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 63, n. 3, p. 724-737, 2012.

BELL, C. D. Preliminary phylogeny of Valerianaceae (Dipsacales) inferred from nuclear and chloroplast DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 31, n. 1, p. 340-350, 2004.

BOURNE, P. Will a biological database be different from a biological journal? *PLoS Computational Biology*, v. 1, n. 3, p. e34, 2005.

BROWN, James H.; LOMOLINO, Mark V. *Biogeografia*. 2ed. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2006. 691 p.

CAMARGO, Amábilio José Aires de. *Coleções entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens*. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

CANCELLI, R. R.; Evaldt, A. C. P.; BAUERMANN, S. G.; SOUZA, P. A. de; BORDIGNON, S. A. de L.; MATZENBACHER, N. I. Catálogo palinológico de táxons da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, v. 65, n. 2, p. 201-280, 2010.

CANHOS, D. A. L.; CANHOS, V. P.; SOUZA, S. *Coleções biológicas e sistemas de informação. MCT. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE)/Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), Brasília, p. 241-314, 2006.*

CATALOGUE OF LIFE (2018). Annual Checklist. Disponível em: <www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2018> Acesso em: 26 out. 2018.

CERQUEIRA, R. Determinação de distribuições potenciais de espécies. *Oecologia Brasiliensis*, v. 2, n. 1, p. 141-161, 1995.

CHAOWASKU, T.; THOMAS, D. C.; HAM, R. W. J. M.; SMETS, E. F.; MOLS, J. B.; CHATROU, L. W. A plastid DNA phylogeny of tribe Miliuseae: insights into relationships and character evolution in one of the most recalcitrant major clades of Annonaceae. *American Journal of Botany*, v. 101, n. 4, p. 691-709, 2014.

COWLEY, R.; LUCKETT, D. J.; ASH, G. J.; HARPER, J. D. I.; VIPIN, C. A.; RAMAN, H.; ELLWOOD, S. Identification of QTLs associated with resistance to Phomopsis pod blight (*Diaporthe toxica*) in *Lupinus albus*. *Breeding science*, v. 64, n. 1, p. 83-89, 2014.

CRISP, M. D.; ARROYO, M. T. K.; COOK, L. G.; GANDOLFO, M. A.; JORDAN, G. J.; MCGLONE, M. S.; WESTON, P. H.; WESTOBY, M.; WILF, P.; LINDER, H. P. Phylogenetic biome conservatism on a global scale. *Nature*, v. 458, n. 7239, p. 754-756, 2009.

DE-SILVA, D. L.; MOTA, L. L.; CHAZOT, N.; MALLARINO, R.; SILVA-BRANDÃO, K. L.; PIÑEREZ, L. M. G.; FREITAS, A. V.L.; LAMAS, G.; JORON, M.; MALLET, J.; GIRALDO, C. E.; URIBE, S.; SÄRKINEN, T.; KNAPP, S.; JIGGINS, C. D.; WILLMOTT, K. R.; ELIAS, M. North Andean origin and diversification of the largest ithomiine butterfly genus. *Scientific reports*, v. 7, p. 45966, 2017.

DOBEŠ, C.; PAULE, J. A comprehensive chloroplast DNA-based phylogeny of the genus *Potentilla* (Rosaceae): implications for its geographic origin, phylogeography and generic circumscription. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 56, n. 1, p. 156-175, 2010.

DRUMMOND, C. S. Diversification of *Lupinus* (Leguminosae) in the western New World: derived evolution of perennial life history and colonization of montane habitats. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 48, n. 2, p. 408-421, 2008.

DRUMMOND, C. S.; EASTWOOD, R. J.; MIOTTO, S. T. S; HUGHES, C. E. Multiple continental radiations and correlates of diversification in *Lupinus* (Leguminosae): testing for key innovation with incomplete taxon sampling. *Systematic biology*, v. 61, n. 3, p. 443-460, 2012.

GBIF. About species counts in GBIF. Disponível em: <<https://www.gbif.org/about-species-counts>>. Acesso em: 08 out. 2018.

GBIF. Acesso livre e aberto a dados de biodiversidade. Disponível em: <<https://www.gbif.org>> Acesso em: 08 out. 2018.

GIANNINI, T. C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C.; SARAIVA, A. M.; SANTOS, I. A. Current challenges of species distribution predictive modelling. *Rodriguésia*, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.

HEIDEN, Gustavo. O gênero *Baccharis* L. seção *Caulopterae* DC. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul. 238 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

HEIDEN, G.; IGANCI, J. R. V.; MACIAS, L. *Baccharis* sect. *Caulopterae* (Asteraceae, Astereae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, v. 60, n. 4, p. 943-983, 2009.

HEIDEN, G.; ANTONELLI, A.; PIRANI, J. R. A novel phylogenetic infrageneric classification of *Baccharis* (Asteraceae: Astereae), a highly diversified American genus. *Taxon*. No prelo.

HIJMANS, Robert J.; GUARINO, L...; MATHUR, P. DIVA-GIS: manual versão 7.5. 2012. 71p.

HOWE, D.; COSTANZO, M.; FEY, P.; GOJOBORI, T.; HANNICK, L.; HIDE, W.; HILL, D. P.; KANIA, R.; SCHAEFFER, M.; PIERRE, S.; TWIGGER, S.; WHITE, O.; RHEE, S. Y. Big data: The future of biocuration. *Nature*, v. 455, n. 7209, p. 47, 2008.

HUGHES, C.; EASTWOOD, R. Island radiation on a continental scale: exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 103, n. 27, p. 10334-10339, 2006.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Aplicação de Critérios e Categorias da UICN na Avaliação da Fauna Brasileira. (2013). Versão 2.0. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/especies_ameacadas/publicacoes/2013_apostila_aplicacao_critérios_categorias_UICN_versao_2.0.pdf> Acesso em: 21 out. 2018.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em: 02 nov. 2018.

KAUFFMAN, G. L.; GUY L. N.; WEAKLEY, A. S.; GOVUS, T. E.; COTTERMAN, L. M. A new species of *Symphyotrichum* (Asteraceae: Astereae) from a serpentine barren in Western North Carolina. *SIDA, Contributions to Botany*, v. 21, n. 2, p. 827-839, 2004.

KERBER, L.; PITANA, V. G.; RIBEIRO, A. M.; HSIU, A. S.; OLIVEIRA, E. V. Late Pleistocene vertebrates from Touro Passo Creek (Touro Passo Formation), Southern Brazil: a review. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 31, n. 2, 2014.

LONGHI-WAGNER, HILDA M.; ZANIN, A. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Stipa* L. (Poaceae-Stipeae) ocorrentes no Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 21, n. 2, p. 167-175, 1998.

MANOS, P. S.; MEIRELES, J. E. Biogeographic analysis of the woody plants of the Southern Appalachians: implications for the origins of a regional flora. *American Journal of Botany*, v. 102, n. 5, p. 780-804, 2015.

MARINONI, L.; PEIXOTO, A. L. As coleções biológicas como fonte dinâmica e permanente de conhecimento sobre a biodiversidade. *Ciência e Cultura*, v. 62, n. 3, p. 54-57, 2010.

MOORE, A. J.; BARTOLI, A.; TORTOSA, R. D.; BALDWIN, B. G. Phylogeny, biogeography, and chromosome evolution of the amphitropical genus *Grindelia* (Asteraceae) inferred from nuclear ribosomal and chloroplast sequence data. *Taxon*, v. 61, n. 1, p. 211-230, 2012.

MORENO, N. C.; STIEFKENS, L.; LAS PEÑAS, M. L.; BARTOLI, A.; TORTOSA, R.; BERNARDELLO, G. Karyotypes, heterochromatin distribution and rDNA patterns in South American *Grindelia* (Asteraceae). *Plant Biosystems*, v. 152, n. 1, p. 166-174, 2016.

MORGAN, D. R.; HOLLAND, B. Systematics of Symphyotrichinae (Asteraceae: Astereae): Disagreements between two nuclear regions suggest a complex evolutionary history. *Systematic botany*, v. 37, n. 3, p. 818-832, 2012.

MUDUNURI, U.; CHE, A.; YI, M.; STEPHENS, R. M. bioDBnet: the biological database network. *BIOINFORMATICS*, v. 24, n. 4, p. 555-556, 2009.

MUTKE, J.; JACOBS, R.; MEYERS, K.; HENNING, T.; WEIGEND, M. Diversity patterns of selected Andean plant groups correspond to topography and habitat dynamics, not orogeny. *Frontiers in genetics*, v. 5, p. 351, 2014.

NESOM, G. L. Subtribal classification of the Astereae (Asteraceae). *Phytologia*. V. 76, p. 193-274, 1994.

OLIVEIRA, A. S. DE; DEBLE, L. P.; MARCHIOR, J. N. C. *Grindelia rupestris* A. Bartoli, tortosa & marchesi (Asteraceae-Astereae), nova citação para o Rio Grande do Sul. *Balduinia*. n. 2, p. 1-3, 2005.

OVERBECK, G. E.; SCASTA, J. D.; FURQUIM, F. F.; BOLDRINI, I. I.; WEIR, J. R. The South Brazilian grasslands – A South American tallgrass prairie? Parallels and implications of fire dependency. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 16, n. 1, p. 24-30, 2018.

PAN, Y.; YAN, S.; BEHLING, H.; MU, G. Transport of airborne *Picea schrenkiana* pollen on the northern slope of Tianshan Mountains (Xinjiang, China) and its implication for paleoenvironmental reconstruction. *Aerobiologia*, v. 29, n. 2, p. 161-173, 2013.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; SÄRKINEN, T.; LEWIS, G. P.; KLITGAARD B. B.; HUGHES, Colin E. Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 31, p. 13783-13787, 2010.

PETERSON, Bryan James. Phylogeography of eastern leatherwood (*Dirca palustris* L.) resolved by chloroplast sequencing and microsatellite genotyping. 2013. 155f. Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University, Iowa, 2013.

PRANCE, G. T. A comparison of the efficacy of higher taxa and species numbers in the assessment of biodiversity in the neotropics. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, v. 345, n. 1311, p. 89-99, 1994.

RAVEN, P. H. Amphitropical relationships in the floras of North and South America. *The Quarterly Review of Biology*, v. 38, n. 2, p. 151-177, 1963.

REE, R. H.; CITERNE, H. L.; LAVIN, M.; CRONK, Q. C. B. Heterogeneous selection on *LEGCYC* paralogs in relation to flower morphology and the phylogeny of *Lupinus* (Leguminosae). *Molecular Biology and Evolution*, v. 21, n. 2, p. 321-331, 2004.

REDONDO, Rodrigo Aparecido Fernandes. Estudos evolutivos em quirópteros neotropicais. 2007. 165 f. Tese (Doutorado em Genética) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

REFLORA - Herbário Virtual. Disponível em:
<<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>> Acesso em: 10 out. 2018.

REFLORA. **Flora do Brasil 2020**. (2018). Disponível em:
<<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaResultadoDaC.do#CondicaoTaxonCP>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

RIDLEY, Mark. *Biologia Evolutiva*. In: _____. *Evolução*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 516-542.

SEMPLE, J. C. (2005). Classification of Symphyotrichum. Disponível em: <<http://www.jcsemple.uwaterloo.ca/Symphyotrichumclassification.htm>> Acesso em: 17 dez. 2017.

SHI, J.J.; WESTEEN, E.P.; RABOSKY, D.L.; Digitizing extant bat diversity: An open-access repository of 3D μ CT-scanned skulls for research and education. PLoS ONE, v. 13, n. 9, p. 1-13, 2018.

SIBBR. Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira. Disponível em: <<http://www.sibbr.gov.br/areas/?area=colecões>> Acesso em: 20 set. 2018.

SILVA, W. G.; ZERFASS, G. S.A.; SOUZA, P. A.; HELENES, J. Biochronostratigraphy and paleoenvironment analysis of Neogene deposits from the Pelotas Basin (well 2-TG-96-RS), Southernmost Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciência, v.87, n.3, p. 1565-1582, 2015.

SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L. Plants, their pollinating bees, and the Great American Interchange. In: The great American biotic interchange. Springer, Boston, MA, 1985. p. 427-452.

SIMPSON, M. G.; JOHNSON, L. A.; VILLAVERDE, T.; GUILLIAMS, C. M. American amphitropical disjuncts: Perspectives from vascular plant analyses and prospects for future research. American Journal of Botany, v. 104, n. 11, p. 1600-1650, 2017.

SOLBRIG, O. T. The floristic disjunctions between the " Monte" in Argentina and the " Sonoran Desert" in Mexico and the United States. Annals of the Missouri Botanical Garden, v. 59, n. 2, p. 218-223, 1972.

SPECIESLINK. Sistema de Informação Distribuído para coleções Biológicas. Disponível em: <<http://splink.cria.org.br>> Acesso em: 10 out. 2018.

SPECIESLINK. Resumo e Projeto de Pesquisa. Disponível em: <<http://splink.cria.org.br/description?criaLANG=pt>>. Acesso em: 10 out. 2018.

STEVENS, P. F. (2001). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>> Acesso em: 18 dez. 2017.

TANK, D. C.; OLMSTEAD, R. G. The evolutionary origin of a second radiation of annual *Castilleja* (Orobanchaceae) species in South America: the role of long

distance dispersal and allopolyploidy. *American Journal of Botany*, v. 96, n. 10, p. 1907-1921, 2009.

TROPICOS. Disponível em: < <http://www.tropicos.org/Home.aspx>> Acesso em: 26 out. 2018.

VAEZI, J.; BROUILLET, L. Phylogenetic relationships among diploid species of *Symphotrichum* (Asteraceae: Astereae) based on two nuclear markers, ITS and GAPDH. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 51, n. 3, p. 540-553, 2009.

VEIGA, A. K.; SARAIVA A. M.; CHAPMAN, A. D.; MORRIS P. J.; GENDREAU, C.; SCHIGEL, D.; ROBERTSON, T. J. A conceptual framework for quality assessment and management of biodiversity data. *PLoS ONE*. v. 12, n. 6, p. 1-13, 2017.

VISSER, V.; MOLOFSKY, J. Ecological niche differentiation of polyploidization is not supported by environmental differences among species in a cosmopolitan grass genus. *American journal of botany*, v. 102, n. 1, p. 36-49, 2015.

WEN, J.; ICKERT-BOND, S. M. Evolution of the Madrean–Tethyan disjunctions and the North and South American amphitropical disjunctions in plants. *Journal of Systematics and Evolution*, v. 47, n. 5, p. 331-348, 2009.

XAVIER, Vanessa Barbieri. Investigação sobre compostos voláteis de espécies de *Baccharis* nativas do Rio Grande do Sul. 2011. Tese (Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - . Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

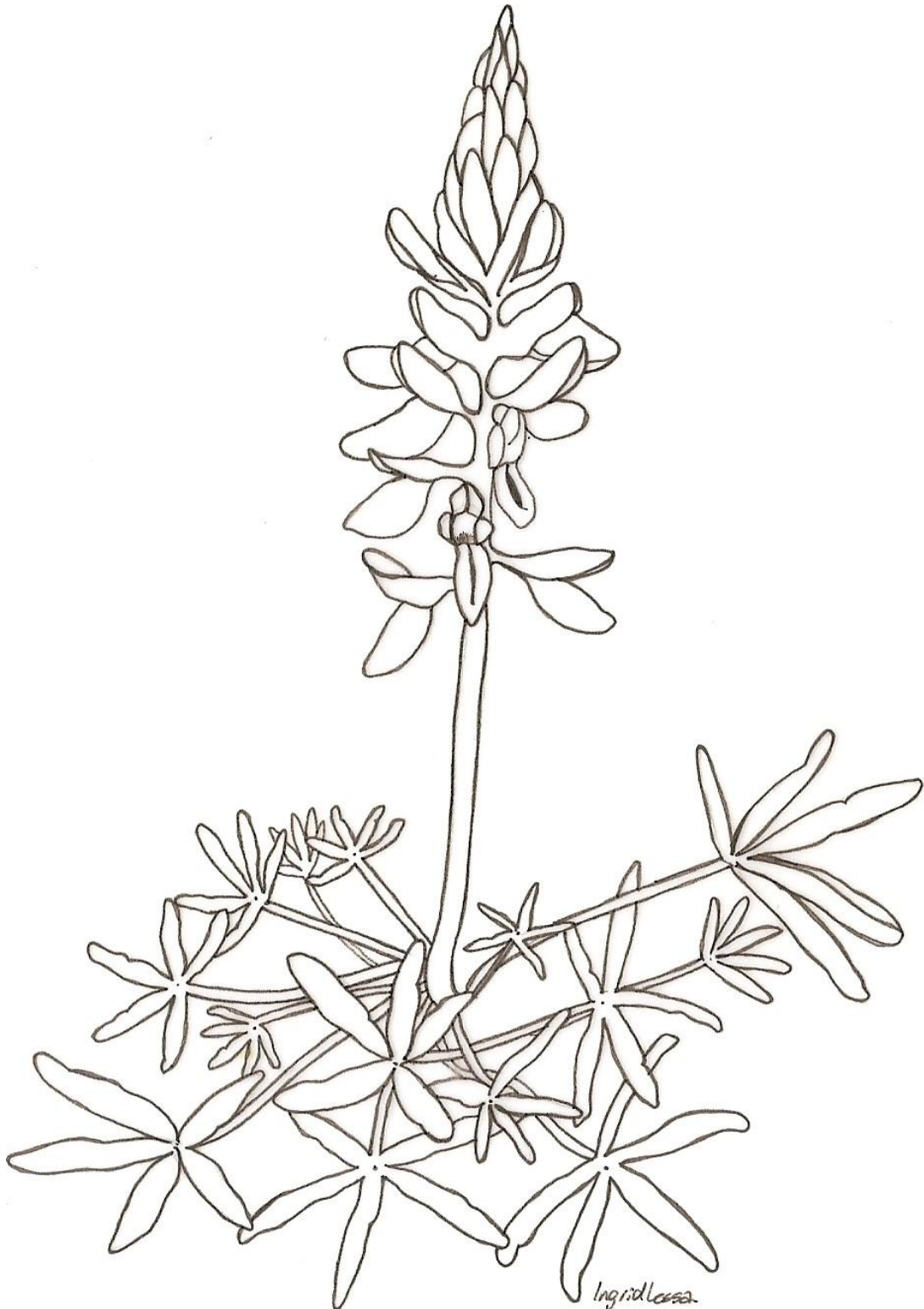
ZANELLA, F. C. V. Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-americanas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 e de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950, incluindo uma análise filogenética do "grupo *Centris*" sensu Ayala, 1998 (Hymenoptera, Apoidea, Centridini). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 46, n. 4, p. 435-488, 2002.

Apêndices

Apêndice A – Ilustração representativa da espécie *Grindelia puberula* Hook. & Arn.



Apêndice B – Ilustração representativa da espécie *Lupinus paranensis* C.P.Sm.



Apêndice C – Ilustração representativa da espécie *Symphotrichum graminifolium* (Spreng.) G.L.Nesom



Apêndice D – Ilustração representativa da espécie *Baccharis notoserčila*
Griseb.

