

# Estrutura, diversidade e contingentes fitogeográficos do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha no Planalto da Campanha, bioma Pampa

Guilherme Krahl de Vargas<sup>1,\*</sup> , Marcelo Araujo Frangipani<sup>2</sup> ,  
Sandra Cristina Müller<sup>3</sup> , João André Jarenkow<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: guilhermekvargas@gmail.com

<sup>2</sup>University of Guelph, School of Environmental Science, Global Ecological Change & Sustainability Lab, 50 Stone Road East, Guelph, Ontario, N1G2W1, Canada.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Ecologia, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

Recebido em 06.I.2020

Aceito em 26.X.2021

DOI 10.21826/2446-82312022v77e2022015

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi descrever a estrutura e a diversidade de espécies arbóreas da floresta ribeirinha no arroio Pai Passo, município de Quaraí (RS), e avaliar as relações florísticas. Foram demarcadas três parcelas de 0,25 ha e amostradas todas as árvores com perímetro à altura do peito  $\geq 15$  cm. Em 0,75 ha, encontramos 1.050 indivíduos distribuídos em 36 espécies nativas e duas exóticas. As espécies estruturalmente mais importantes foram *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk., *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. e *Eugenia uniflora* L. A diversidade de Shannon foi de 12,38 espécies equivalentes, com índices de Shannon ( $H'$ ) de 2,52 e de Pielou ( $J'$ ) de 0,70. As espécies de ampla distribuição corresponderam a 50%, as do contingente paranense a 25% e as chaquenhas a 25%. A riqueza específica é alta para o Planalto da Campanha, devido à compensação de espécies chaquenhas ante a diluição de espécies parnenses, porém intermediária para o bioma Pampa.

**Palavras-chave:** chaquenho, fitogeografia, pampiano, PPBio, Quaraí

**ABSTRACT - Structure, diversity and phytogeographic contingent of tree species in a riverine forest in the Planalto da Campanha, Pampa biome.** The aim of this study was to describe the structure and diversity of tree species of a riverine forest in the Pai Passo stream, Quaraí municipality (RS), and evaluate the floristic relationships. Three 0.25 ha plots were delimited and all trees with a perimeter at breast height  $\geq 15$  cm were sampled. In 0.75 ha, we sampled 1,050 individuals distributed in 36 native and two exotic species. The structurally most important species were *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk., *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. and *Eugenia uniflora* L. The Shannon diversity was 12.38 equivalent species, with Shannon index ( $H'$ ) of 2.52 and Pielou index ( $J'$ ) of 0.70. The species with wide distribution correspond to 50%, the paranense contingent species to 25% and the chacoan species to 25%. The species richness is high for the Planalto da Campanha, due to compensation of chacoan species against the dilution of paranense species, but intermediate for the Pampa biome.

**Keywords:** chacoan, pampean, phytogeography, PPBio, Quaraí

## INTRODUÇÃO

As florestas tropicais e subtropicais da América do Sul estão inseridas na Região Neotropical, que se estende desde o sul dos Estados Unidos no limite com a Região Holártica até o extremo sudoeste do continente na divisa com a Região Antártica (senso Cabrera & Willink 1980). No mesmo sistema biogeográfico, as florestas do Domínio Amazônico têm seu limite austral próximo do paralelo 30°S, onde as Províncias Atlântica e Paranense deste domínio estabelecem seus limites no encontro com as Províncias Pampiana e do Espinal, ambas do Domínio Chaquenho. Esse contato da Província Atlântica ocorre apenas com a Província Pampiana.

Prado (2000) criou uma nova unidade fitogeográfica formada por três núcleos e conexões do Arco do Pleistoceno, denominada Região das Florestas Tropicais Estacionais. No esquema biogeográfico de Cabrera & Willink (1980), a unidade criada por Prado (2000) corresponde a um domínio. Prado (2000) retirou a Província Paranense do Domínio Amazônico, inseriu em seu novo domínio e redefiniu os seus limites com a exclusão do Distrito dos Pinhais e a adição de outras áreas relacionadas ao núcleo “Misiones”.

A Província Pampiana estende-se desde a Argentina, passando pelo Uruguai até o estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil (Cabrera & Willink 1980). Os limites dessa província no território brasileiro correspondem,

Parte da Monografia de bacharelado de Ciências Biológicas do primeiro autor, apresentada no Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

aproximadamente, ao que o IBGE (2004, 2019) denominou de bioma Pampa. A área “core” do bioma Pampa no Brasil é o Planalto da Campanha (IBGE 2004), onde há a predominância de formações campestres. Todavia, florestas também ocorrem entremeadas às formações campestres, sobretudo nas encostas dos cerros (morros) e principalmente ao longo de corpos d’água, como florestas ribeirinhas.

Florestas ribeirinhas são ecótonos entre sistemas aquáticos e terrestres e funcionam como corredores de migração da biota entre regiões (Malanson 1993). Inseridas na matriz campestre pampiana, as florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha evidenciam a função de corredor ao conectar suas áreas florestais com as de outras regiões geomorfológicas (e.g. Depressão do Rio Ibicuí, Planalto das Missões), facilitando o fluxo gênico de fauna e flora relacionadas ao habitat florestal. Além disso, oferecem outros serviços ecológicos típicos de florestas ribeirinhas, como preservação dos recursos hídricos, proteção do solo, fonte de alimento e habitat para a biota associada (Brasil 2012, Brancalion *et al.* 2016).

A origem e as principais rotas de migração da flora no extremo sul do Brasil foram abordadas em vários trabalhos de Rambo (1951, 1953, 1956, 1958, 1960, 1961). Nas áreas mais elevadas do Planalto Sul-Brasileiro, no Rio Grande do Sul, que coincidem com o Distrito dos Pinhais (Cabrera & Willink 1980), Rambo (1951, 1953, 1958) descreveu uma flora antiga com os elementos florísticos holártico, antártico e neoantártico (senso Waechter 2002). O elemento holártico tem origem em regiões temperadas do hemisfério norte; o antártico, de regiões temperadas do hemisfério sul com conexões gonduânicas; e o neoantártico, de endemismos de regiões temperadas do hemisfério sul. As espécies tropicais chegaram ao Rio Grande do Sul por duas rotas separadas pelas áreas frias de maior altitude do Planalto Sul-Brasileiro (Rambo 1961). No lado oeste, espécies da flora mesófila chegaram pelo “Alto Uruguai”, região de altitude moderada sob influência das bacias dos rios Paraná e Uruguai. As espécies da flora higrófila entraram pela “Porta de Torres”, estreita faixa entre a encosta leste do Planalto Sul-Brasileiro e os depósitos sedimentares do Quaternário na Planície Costeira Externa (IBGE 1986). No estudo realizado sobre o limite meridional das florestas subtropicais, Rambo (1960) destacou a presença de espécies estranhas à floresta tropical fechada, principalmente na região sudoeste do Rio Grande do Sul. Estas espécies foram apontadas pelo autor como oriundas das formações do tipo parque, das províncias argentinas de Entre Rios e Corrientes, e estão relacionadas à Província do Espinal do Domínio Chaquenho (senso Cabrera & Willink 1980).

Diversos estudos têm explorado as relações florísticas do componente arbóreo em florestas no Rio Grande do Sul, avaliando a contribuição dos contingentes fitogeográficos nas comunidades. Na abordagem mais comum (e.g. Jarenkow & Waechter 2001, Budke *et al.* 2004, Leão 2009, Saraiva 2011), os autores classificaram as espécies como pertencentes à rota oeste (bacias dos rios Paraná e Uruguai), leste (atlântica) ou de ampla distribuição (presentes no

leste e no oeste). Soares & Ferrer (2009) incluíram o contingente dos pinhais no trabalho realizado na Região Geomorfológica do Planalto Sul-Riograndense, onde há a presença de espécies típicas do Distrito dos Pinhais. No Planalto da Campanha, apenas Leão (2009) incluiu uma abordagem fitogeográfica ao estudo, denominando todas as espécies da região oeste como pertencentes às bacias dos rios Paraná e Uruguai. Além desse, outros três estudos quantitativos do componente arbóreo (Oliveira *et al.* 2015, 2018, Araujo *et al.* 2016) foram realizados no Planalto da Campanha, mas sem incluir as relações florísticas.

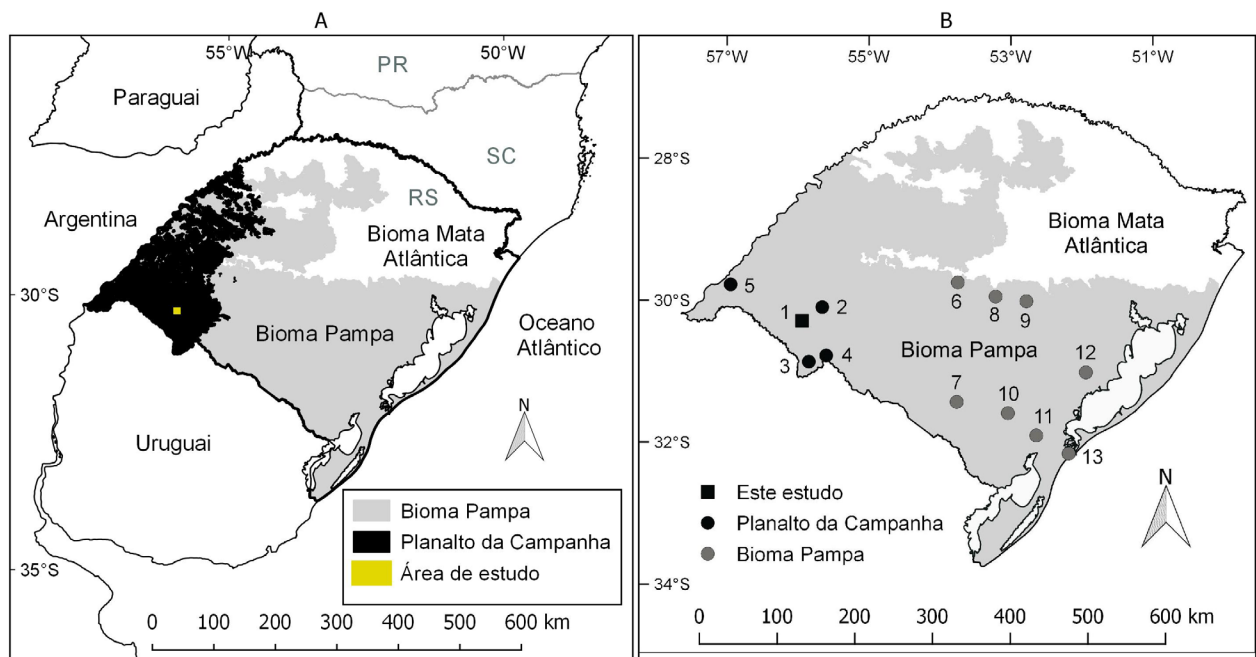
O objetivo deste estudo foi descrever a estrutura e a diversidade de espécies do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha no Planalto da Campanha, bem como comparar a diversidade observada com outros estudos realizados no bioma Pampa. Além disso, avaliamos as relações florísticas incluindo explicitamente o contingente chaquenho à classificação das espécies quanto aos contingentes fitogeográficos. Com a inclusão desse contingente pouco abordado, em uma região onde é potencialmente importante, esperamos contribuir com o conhecimento sobre a estrutura das florestas ribeirinhas do Pampa, a composição e a diversidade de espécies arbóreas e as prováveis rotas de migração.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Quaraí, que se insere na região geomorfológica Planalto da Campanha (IBGE 1986). Esse planalto, considerado área nuclear do bioma Pampa no Brasil, é caracterizado pelo domínio do relevo suave ondulado, que teve origem nos derrames basálticos jurássico-cretáceos (IBGE 2004). As áreas amostradas estão localizadas em um sítio do Programa de Pesquisa em Biodiversidade Rede Campos Sulinos (PPBio 2019a, Rede Campos Sulinos 2019). O sítio foi demarcado na região leste de Quaraí (Fig. 1A), tendo como curso d’água perene o arroio Pai Passo, na microbacia do rio Ibirapuitã, que regionalmente está inserida na bacia do rio Uruguai. As coordenadas do ponto central do sítio são 30°17’35,15” S e 55°56’47,04” O e a altitude nesse ponto corresponde a 173 m.

O clima na região, segundo o sistema de Köppen, é o subtropical úmido com verões quentes (Cfa) (Alvares *et al.* 2014). No sítio de amostragem, a temperatura média anual foi de 18,7 °C e a precipitação anual foi de 1.484 mm no período de 1970 a 2000 conforme dados extraídos do WorldClim (Hijmans *et al.* 2005). Os solos predominantes no Planalto da Campanha são os Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (Streck *et al.* 2008). No sítio de amostragem ocorre o Neossolo Litólico Chernossólico conforme IBGE (1986). A partir de amostras locais, com 20 cm de profundidade, verificamos que o solo é moderadamente ácido (pH = 6,03) com textura média (silte = 46%, argila = 33%; areia = 21%) conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.* 2014).



**Figura 1.** Localização da área de estudo na floresta ribeirinha do arroio Pai Passo no município de Quaraí e de outros estudos realizados em florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha e no bioma Pampa, no Rio Grande do Sul, Brasil. **A.** Área de estudo em Quaraí. **B.** Estudos realizados no Planalto da Campanha e no bioma Pampa. A numeração dos demais estudos correspondem à menor distância linear a este estudo: 2 = Oliveira *et al.* (2018), 3 = Araújo *et al.* (2016), 4 = Oliveira *et al.* (2015), 5 = Leão (2009), 6 = Budke *et al.* (2004), 7 = Saraiva (2011), 8 = Milanesi e Leite (2014), 9 = Budke *et al.* (2007), 10 = Soares & Ferrer (2009), 11 = Kilca *et al.* (2012), 12 = DeMarchi & Jarenkow (2009), 13 = Dorneles *et al.* (2013).

A região fitoecológica é a Estepe Estacional (Leite 2002) e as florestas ribeirinhas localizadas nessa região podem ser consideradas como extensões da Floresta Estacional Decidual Aluvial (senso IBGE 2012). No entanto, essas florestas estacionais são fisionomicamente classificadas, de forma mais adequada, como semidecíduas pelo sistema proposto por Oliveira-Filho (2009) e aplicado por Oliveira-Filho *et al.* (2015). Nas florestas ribeirinhas amostradas, não constatamos indícios de corte seletivo de árvores. Entretanto, como o gado tinha acesso livre às florestas, o sub-bosque encontrava-se alterado.

#### Coleta de dados

A amostragem do componente arbóreo foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2016. O delineamento amostral seguiu o protocolo elaborado tanto para inventários rápidos (RA) quanto para pesquisas de longa duração (PELD) denominado RAPELD (Magnusson *et al.* 2005, Costa & Magnusson 2010, PPBio 2019b). Modificações na largura das parcelas e no critério de inclusão de árvores foram necessários para adequar o protocolo às dimensões das florestas estudadas. Foram demarcadas três parcelas de 10 m x 250 m (0,25 ha), que foram subdivididas em 25 unidades amostrais contíguas de 10 x 10 m. As parcelas foram demarcadas paralelas ao leito do rio, distantes 10 m da margem. A distância entre as parcelas variou de 1,2 km a 3 km. O critério de inclusão das árvores para a amostragem foi a medida do perímetro à altura do peito (1,30 m) igual ou superior a 15 cm ( $PAP \geq 15$  cm). No caso de indivíduos ramificados até 1,30 m do solo, todos os ramos

que atendessem ao critério de inclusão foram registrados e suas respectivas áreas basais somadas. Para cada indivíduo amostrado, determinamos a espécie, medimos o PAP e estimamos a altura total por comparação com uma vara de comprimento conhecido. A delimitação das famílias seguiu o sistema APG IV (2016) e a atualização nomenclatural das espécies foi realizada através das plataformas digitais Flora do Brasil 2020 (2019) e The Plant List (2019).

#### Análise de dados

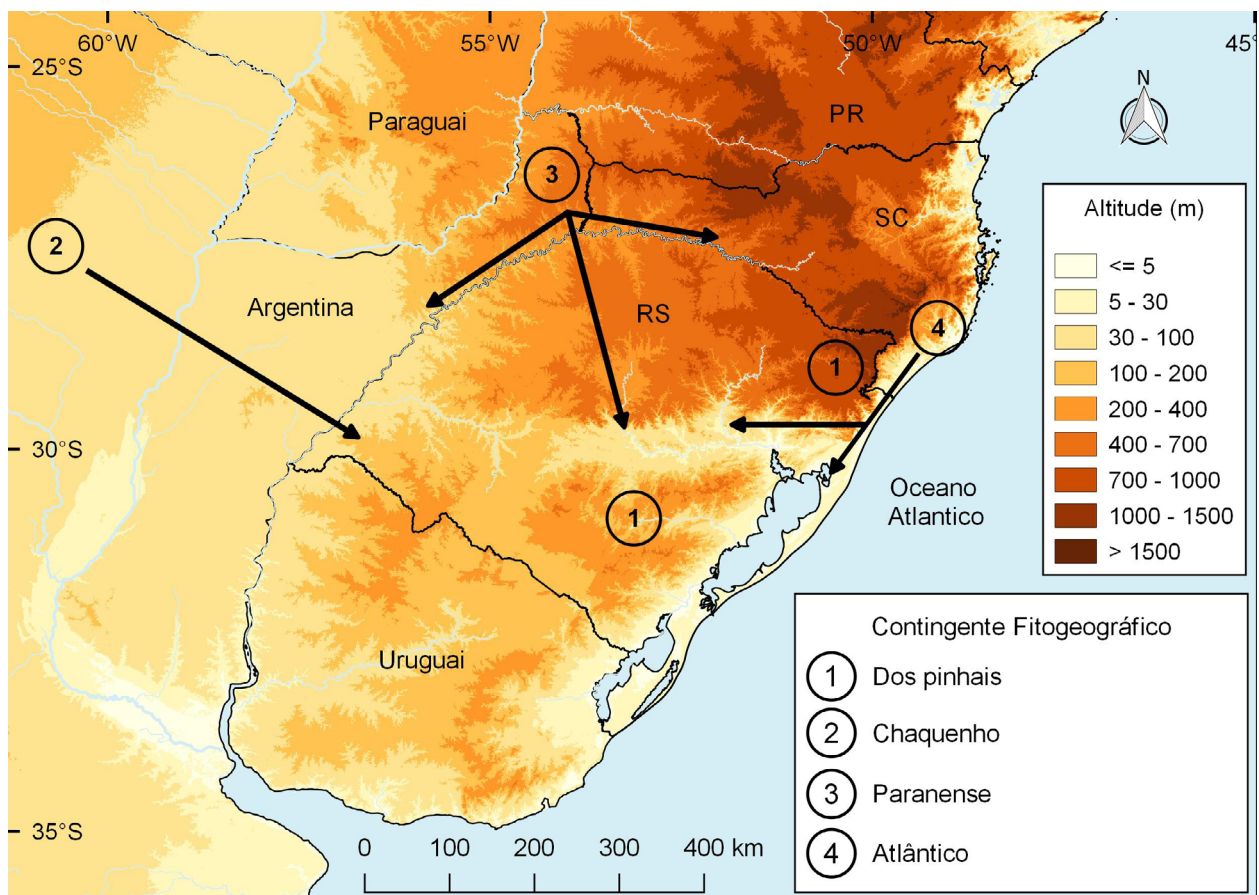
A suficiência amostral foi avaliada pelas curvas do coletor (unidades amostrais na ordem de amostragem) e de acumulação de espécies (média e intervalo de confiança de 95% obtidos pela randomização da ordem das unidades amostrais com iteração de 10.000 curvas). As curvas foram elaboradas no ambiente de programação estatística R (R Core Team 2018) com o uso da biblioteca *vegan* (Oksanen *et al.* 2018). A estrutura horizontal foi descrita pela estimativa dos parâmetros absolutos de densidade, frequência, dominância (estimada a partir da área basal caulinar) e o valor de importância (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), realizados no Microsoft Office Excel 2016. A estrutura vertical foi representada através de gráficos de distribuição dos indivíduos por altura e de amplitude de distribuição por espécie.

A diversidade alfa foi avaliada pela riqueza de espécies, índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (Magurran 2004), e pela medida de  $H'$  expressa em espécies equivalentes  $\exp(H')$  (Jost 2006). Essa última medida considera a diversidade (número

efetivos de tipos) expressa em espécies equivalentes (número equivalente de espécies igualmente comuns) e é mais adequada para comparação entre estudos (Jost 2006, Tuomisto 2011).

A comparação com outros estudos realizados no bioma Pampa (vide Fig. 1B) foi feita após a compilação dos dados de abundância de espécies e padronização nas análises. Os índices  $J'$  e  $H'$  (e sua transformação para espécies equivalentes) foram estimados para cada estudo, considerando a amostragem total. Posteriormente, para comparar a riqueza e a diversidade em números equivalentes entre áreas que tiveram diferentes esforços amostrais, foram utilizadas curvas de rarefação ou extrapolação, considerado um mesmo número de indivíduos amostrados, conforme descrito por Colwell *et al.* (2012) e Chao *et al.* (2014). Selecionamos o ponto de comparação em 400 indivíduos, pois este equivale ao dobro do estudo com menor amostragem (a partir deste ponto a extrapolação torna-se consideravelmente imprecisa). Assim, a diversidade nos estudos com mais de 400 indivíduos foi interpolada (rarefeita) e naqueles com número inferior foi extrapolada (predita). O intervalo de confiança de 95% foi obtido por "bootstrap" com 1.000 iterações. As análises foram realizadas com o uso das bibliotecas *vegan* (Oksanen *et al.* 2018) e *iNEXT* (Hsieh *et al.* 2018) no ambiente *R*.

Os contingentes fitogeográficos foram avaliados pela contribuição do número de espécies oriundas das diferentes rotas migratórias conforme a metodologia de Jarenkow & Waechter (2001), porém separando o contingente oeste em paranense e chaquenho (Fig. 2). O enquadramento das espécies nas respectivas rotas resultou da análise conjunta de padrões de distribuição atual registrados em coletas (SpeciesLink 2019) e inventários (Oliveira-Filho 2017, Dryflor 2019), de características morfológicas (xerófila, mesófila ou ombrófila) e de consulta bibliográfica (Rambo 1960, 1961, Cabrera 1971, Cabrera & Willink 1980, Waechter 2002, Spichiger *et al.* 2006, Oliveira-Filho *et al.* 2006, Sobral *et al.* 2013, Cabido *et al.* 2018). O contingente chaquenho incluiu as espécies xerófilas com distribuição predominante nas Províncias Chaquenha e do Espinal (Cabrera & Willink 1980). O contingente paranense incluiu as espécies mesófilas e xerófilas com distribuição predominante na Província Paranense (Cabrera & Willink 1980, modificado por Prado 2000) ou em outros núcleos das Florestas Tropicais Estacionais (Prado 2000, Banda-K *et al.* 2016). Dentre as espécies amostradas no levantamento, nenhuma foi incluída nos contingentes atlântico e dos pinhais. Espécies com distribuição ampla, principalmente em relação às regiões leste e oeste no sul do Brasil, não foram incluídas em nenhum contingente específico.



**Figura 2.** Rotas de migração de espécies que definem os contingentes fitogeográficos de espécies arbóreas no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, conforme Rambo (1953, 1960, 1961) e Waechter (2002).

## RESULTADOS

Na área total de 0,75 ha, foram amostrados 1.050 indivíduos arbóreos pertencentes a 38 espécies, incluindo duas exóticas (Tab. 1). As 36 espécies nativas estão distribuídas em 32 gêneros e 20 famílias. Myrtaceae foi a família com maior riqueza específica (seis espécies), seguida por Fabaceae e Sapindaceae (quatro espécies cada). As famílias com maior número de indivíduos foram Euphorbiaceae (265), Sapotaceae (234) e Myrtaceae (182).

As espécies estruturalmente mais importantes (maior IVI) foram *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk., *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. e *Eugenia uniflora* L (Tab. 2). Essas três espécies foram as mais frequentes e abundantes, acumulando 58% do total de indivíduos amostrados. A densidade absoluta estimada foi de 1.400 ind.ha<sup>-1</sup>. *Pouteria salicifolia*, apresentou elevada dominância (46% da área basal total), em função da abundância e da quantidade de ramificações partindo da base. O valor acumulado das três espécies com maior

**Tabela 1.** Famílias e espécies arbóreas amostradas na floresta ribeirinha no arroio Pai Passo, município de Quaraí, Rio Grande do Sul, \* = espécie exótica invasora.

| Família        | Espécie  | Nome comum                   |
|----------------|--|------------------------------|
| Anacardiaceae  | <i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.                          | Aroeira                      |
|                | <i>Schinus longifolia</i> (Lindl.) Speg.                         | Assobiadeira, molhe          |
| Cannabaceae    | <i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.                            | Taleira, esporão-de-galo     |
| Celastraceae   | <i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.                           | -                            |
| Euphorbiaceae  | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.                         | Branquilha                   |
|                | <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.                          | Leiteiro, mata-berne         |
| Fabaceae       | <i>Calliandra tweedii</i> Benth.                                 | Topete-de-cardeal            |
|                | <i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.                     | Sucará, coronilha            |
|                | <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan                     | Angico                       |
|                | <i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger                | Espinilho                    |
| Lauraceae      | <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez                      | Canela-do-rio-grande         |
|                | <i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez                              | Canela                       |
| Malvaceae      | <i>Luehea divaricata</i> Mart.                                   | Açoita-cavalo                |
| Meliaceae      | <i>Melia azedarach</i> L. *                                      | Cinamomo, paraíso            |
| Myrtaceae      | <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg                 | Murta                        |
|                | <i>Eugenia uniflora</i> L.                                       | Pitangueira                  |
|                | <i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira                        | Camboim                      |
|                | <i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O.Berg                | Araçá-do-prata               |
|                | <i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand                    | Guabiju                      |
|                | <i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott                           | Carrapateiro, pau-ferro      |
| Phytolaccaceae | <i>Phytolacca dioica</i> L.                                      | Umbu                         |
| Primulaceae    | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.           | Capororoça, Capororoquina    |
|                | <i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.                        | Capororoça                   |
| Rhamnaceae     | <i>Scutia buxifolia</i> Reissk                                   | Coronilha, Canela-de-espino  |
| Rosaceae       | <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.                               | Pessegueiro-do-mato          |
| Rubiaceae      | <i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schtdl.                      | Veludo, veludinho            |
| Rutaceae       | <i>Citrus</i> sp. *  | -                            |
|                | <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.                             | Mamica-de-cadela, coentrilho |
|                | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.                               | Mamica-de-cadela             |
| Salicaceae     | <i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler                          | Sucará                       |
| Santalaceae    | <i>Acanthosyris spinescens</i> (Mart. & Eichler) Griseb.         | Sombra-de-touro              |
|                | <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. | Chal-chal, vacunzeiro        |
|                | <i>Allophylus guaraniticus</i> (A. S.-Hil.) Radlk.               | Chal-chal                    |
| Sapindaceae    | <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                                 | Camboatá-vermelho            |
|                | <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.                               | Camboatá-branco              |
| Sapotaceae     | <i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.                     | Sarandi-mata-olho            |
| Styracaceae    | <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.                              | Carne-de-vaca, canelinha     |
| Verbenaceae    | <i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke              | Tarumã-de-espino             |



área basal foi de 63,4%. A área basal total amostrada foi de 37,74 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>.

As curvas do coletor e de acumulação de espécies (Fig. 3) demonstram tendências à estabilização, com a

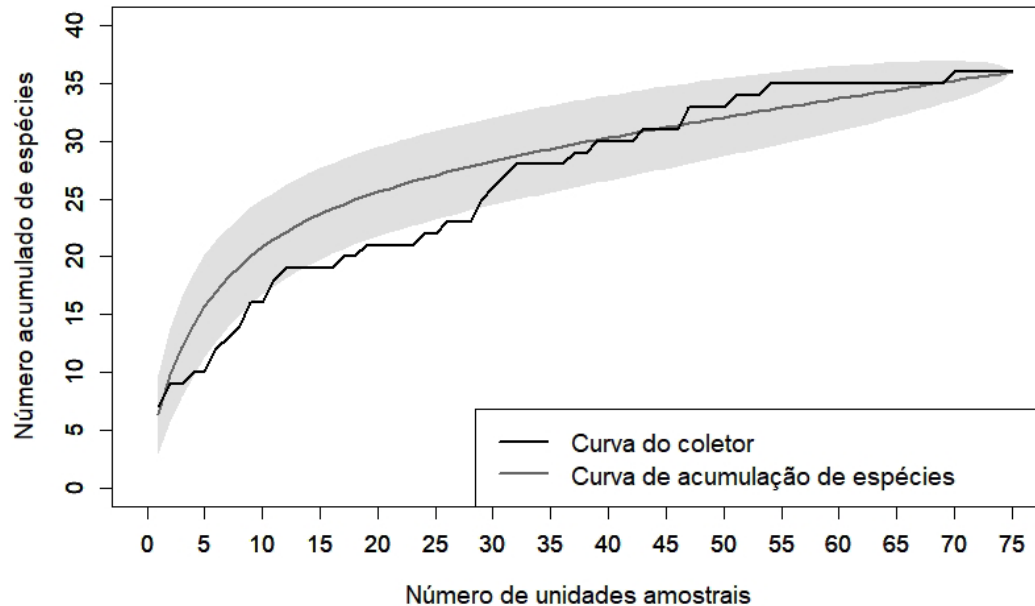
adição de poucas espécies nativas às custas do aumento considerável no número de unidades amostrais. Na curva do coletor, a amostragem da parcela 2 (unidades amostrais 26 a 50 na Fig. 3) representou um aumento de 11 no número

**Tabela 2.** Espécies arbóreas amostradas na floresta ribeirinha no arroio Pai Passo, município de Quaraí, Rio Grande do Sul. As espécies estão em ordem decrescente do índice de valor de importância relativo (IVI, %). CF = contingente fitogeográfico (PAR = Paranaense, CHA = Chaquenho, EAD = espécie de ampla distribuição, EXO = exótica); DA = densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); FA = frequência absoluta (%); DoA = dominância por área basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); \* = espécie exótica invasora.

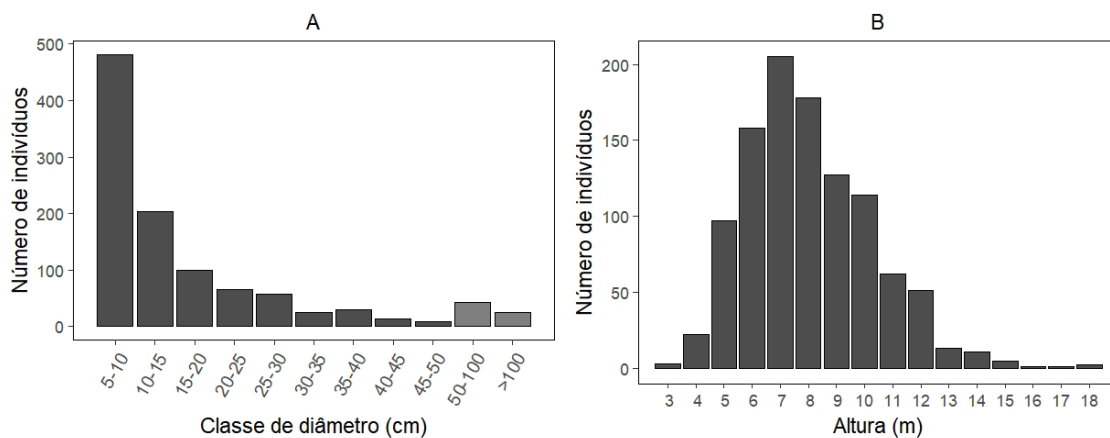
| Espécie  | CF  | DA             | FA            | DoA           | IVI           |
|--|-----|----------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.                     | PAR | 312,00         | 84,00         | 17,188        | 27,00         |
| <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.                         | EAD | 329,33         | 90,67         | 3,141         | 15,36         |
| <i>Eugenia uniflora</i> L.                                       | EAD | 174,67         | 74,67         | 1,055         | 9,00          |
| <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez                      | EAD | 70,67          | 52,00         | 3,598         | 7,58          |
| <i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke              | CHA | 38,67          | 22,67         | 1,830         | 3,72          |
| <i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand                    | EAD | 49,33          | 28,00         | 0,847         | 3,39          |
| <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.                               | EAD | 56,00          | 28,00         | 0,600         | 3,33          |
| <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                                 | EAD | 60,00          | 25,33         | 0,353         | 3,07          |
| <i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez                              | PAR | 14,67          | 12,00         | 2,240         | 2,96          |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart.                                   | EAD | 17,33          | 14,67         | 1,740         | 2,72          |
| <i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.               | PAR | 42,67          | 29,33         | 0,124         | 2,66          |
| <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.                              | EAD | 38,67          | 25,33         | 0,366         | 2,57          |
| <i>Scutia buxifolia</i> Reissek                                  | CHA | 32,00          | 25,33         | 0,484         | 2,51          |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.                          | EAD | 24,00          | 16,00         | 0,181         | 1,57          |
| <i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.                         | PAR | 10,67          | 9,33          | 0,695         | 1,36          |
| <i>Acanthosyris spinescens</i> (Mart. & Eichler) Griseb.         | CHA | 16,00          | 9,33          | 0,528         | 1,34          |
| <i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.                            | CHA | 20,00          | 13,33         | 0,175         | 1,33          |
| <i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.                     | PAR | 13,33          | 13,33         | 0,151         | 1,15          |
| <i>Phytolacca dioica</i> L.                                      | PAR | 1,33           | 1,33          | 1,067         | 1,04          |
| <i>Myrrhimum atropurpureum</i> Schott                            | EAD | 14,67          | 10,67         | 0,079         | 0,98          |
| <i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.                     | CHA | 12,00          | 9,33          | 0,083         | 0,85          |
| <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. | EAD | 10,67          | 9,33          | 0,107         | 0,84          |
| <i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.                        | PAR | 4,00           | 2,67          | 0,446         | 0,63          |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.           | EAD | 8,00           | 4,00          | 0,230         | 0,60          |
| <i>Calliandra tweedii</i> Benth.                                 | EAD | 6,67           | 6,67          | 0,022         | 0,53          |
| <i>Citrus</i> sp. *  | EXO | 4,00           | 2,67          | 0,082         | 0,31          |
| <i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler                          | PAR | 4,00           | 2,67          | 0,013         | 0,25          |
| <i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger                | CHA | 1,33           | 1,33          | 0,088         | 0,18          |
| <i>Schinus longifolia</i> (Lindl.) Speg.                         | CHA | 1,33           | 1,33          | 0,071         | 0,16          |
| <i>Melia azedarach</i> L. *                                      | EXO | 1,33           | 1,33          | 0,028         | 0,13          |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.                             | EAD | 1,33           | 1,33          | 0,027         | 0,12          |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.                               | EAD | 1,33           | 1,33          | 0,025         | 0,12          |
| <i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O.Berg                | CHA | 1,33           | 1,33          | 0,023         | 0,12          |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg                 | EAD | 1,33           | 1,33          | 0,019         | 0,12          |
| <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan                     | PAR | 1,33           | 1,33          | 0,016         | 0,12          |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.                               | EAD | 1,33           | 1,33          | 0,010         | 0,11          |
| <i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira                        | EAD | 1,33           | 1,33          | 0,007         | 0,11          |
| <i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.                           | CHA | 1,33           | 1,33          | 0,003         | 0,10          |
| <b>Total</b>   |     | <b>1400,00</b> | <b>637,33</b> | <b>37,741</b> | <b>100,00</b> |

acumulado. A amostragem da parcela 3 (unidades amostrais 51 a 75 na curva do coletor), porém, incluiu apenas três novas espécies. Na curva de acumulação de espécies, a inclusão das últimas sete unidades amostrais aumentou em apenas 3% a riqueza acumulada na unidade amostral 68. Conforme Kersten & Galvão (2011), o limite da superfície mínima de amostragem, ocorre quando o aumento de 10% na área amostral representa um aumento de 10% (5% em estimativas mais rigorosas) na riqueza de espécies.

A distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro (Fig. 4A) demonstrou que quase a metade (45,8%) dos indivíduos amostrados esteve concentrada entre 4,77 cm e 10 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Os indivíduos com até 50 cm de DAP representaram 94% do total. Indivíduos com DAP superiores a 50 cm foram registrados principalmente para *Pouteria salicifolia*, que correspondeu a 79% destes. Os altos valores registrados para esta espécie devem-se ao elevado número de ramificações partindo



**Figura 3.** Curva do coletor e curva de acumulação de espécies com o intervalo de confiança de 95% do levantamento do componente arbóreo da floresta ribeirinha do arroio Pai Passo, município de Quaraí, Rio Grande do Sul.



**Figura 4.** Distribuição do número de indivíduos amostrados por classes de diâmetro e de altura na floresta ribeirinha do arroio Pai Passo, município de Quaraí, Rio Grande do Sul. **A.** Classes de diâmetro. **B.** Classes de altura. As duas últimas classes de diâmetro (cinza claro) são mais amplas que as anteriores.

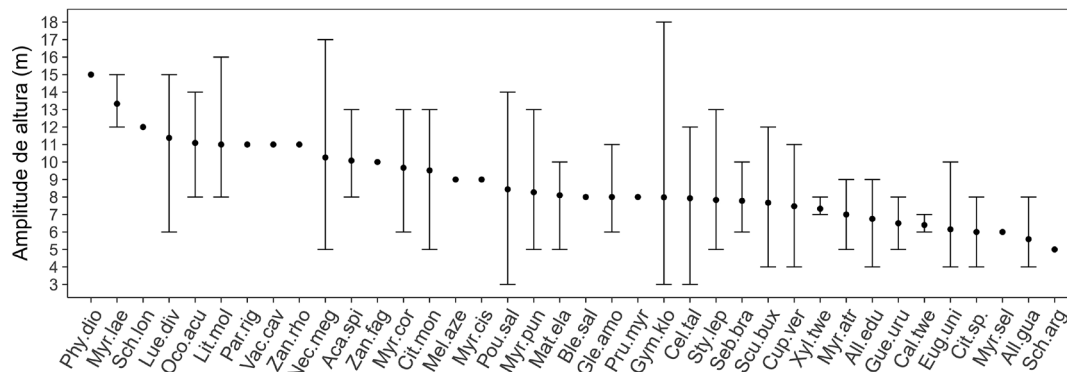
da base das árvores, em geral soterradas parcialmente. O diâmetro médio foi de 18,78 cm.

A altura média das árvores foi de 8,03 m e a altura máxima foi de 18 m (Figs. 4B e 5), registrada em dois indivíduos de *Gymnanthes klotzschiana*. Apenas 11 indivíduos (1%) de seis espécies apresentaram altura igual ou superior a 15 m. A média de altura da maior parte das espécies foi inferior a 10 m.

A riqueza de espécies observada no presente estudo, tanto a amostrada (Tab. 3) como a obtida na comparação padronizada para 400 indivíduos (Fig. 6A), foi alta dentre as florestas ribeirinhas situadas no Planalto da Campanha

e intermediária dentre as demais florestas amostradas no Pampa. A diversidade ( $\exp(H')$ ) estimada neste estudo foi de 12,38 espécies equivalentes, com os índices  $H' = 2,516$  e  $J' = 0,702$  (Tab. 3).

A avaliação da contribuição dos contingentes fitogeográficos na composição de espécies nativas (Tab. 2) demonstrou que a maior parte das espécies é de ampla distribuição (18 espécies, 50%), seguida pelas paranenses (nove espécies, 25%) e as chaquenhas (nove espécies, 25%). As espécies de ampla distribuição totalizaram 650 indivíduos amostrados (62%), as paranenses 303 (29%) e as chaquenhas 93 (9%).

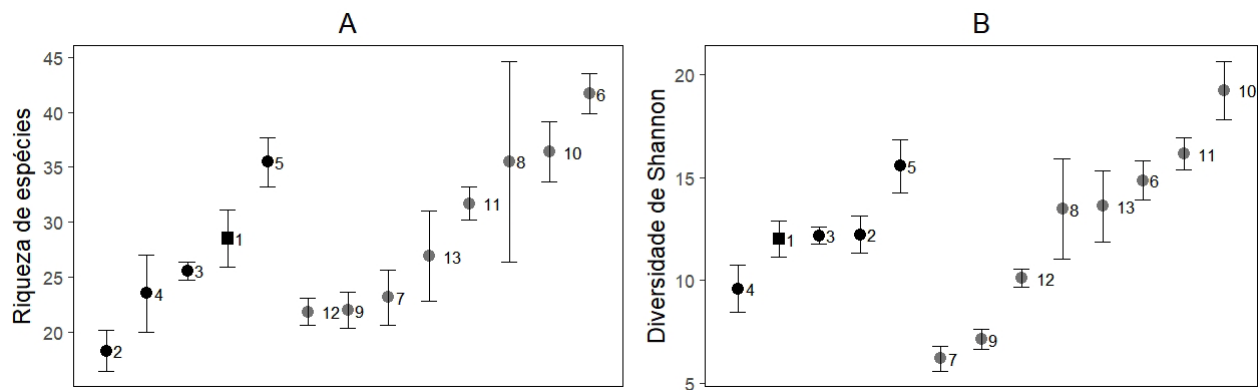


**Figura 5.** Amplitude de distribuição das alturas das espécies no levantamento do componente arbóreo da floresta ribeirinha do arroio Pai Passo, município de Quaraí, Rio Grande do Sul. As espécies estão ordenadas pelas médias de altura (pontos) e representadas pelo acrônimo formado pelas três primeiras letras do gênero e do epíteto específico separadas por ponto (vide nomes na Tab. 1).

**Tabela 3.** Estudos quantitativos do componente arbóreo nas florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha e nas demais áreas do bioma Pampa no Brasil. N = número utilizado nas Figs. 1B e 6A-B; NI = número de indivíduos amostrados; DA = densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); S = riqueza de espécies amostrada; H' = índice de Shannon (nats.ind<sup>-1</sup>); exp(H') = diversidade de Shannon (espécies equivalentes); J' = índice de Pielou (nats.ind<sup>-1</sup>).

| N                           | Fonte                         | Local                    | Método          | NI   | DA    | S  | H'    | exp(H') | J'    |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|------|-------|----|-------|---------|-------|
| Planalto da Campanha        |                               |                          |                 |      |       |    |       |         |       |
| 1                           | Este estudo                   | Arroio Pai Passo         | Parcela         | 1046 | 1400  | 36 | 2,516 | 12,38   | 0,702 |
| 2                           | Oliveira <i>et al.</i> (2018) | Rio Ibirapuitã           | Ponto quadrante | 360  | 707   | 18 | 2,501 | 12,19   | 0,865 |
| 3                           | Araujo <i>et al.</i> (2016)   | Arroio Espinilho         | Parcela         | 4089 | 1203  | 32 | 2,536 | 12,63   | 0,732 |
| 4                           | Oliveira <i>et al.</i> (2015) | Rio Ibirapuitã           | Ponto quadrante | 360  | 816,5 | 23 | 2,256 | 9,54    | 0,719 |
| 5                           | Leão (2009)                   | Arroio Imbaá             | Parcela         | 821  | 1824  | 39 | 2,772 | 15,99   | 0,757 |
| Outras áreas do bioma Pampa |                               |                          |                 |      |       |    |       |         |       |
| 6                           | Budke <i>et al.</i> (2004)    | Arroio das Tropas        | Parcela         | 2195 | 2195  | 57 | 2,759 | 15,78   | 0,682 |
| 7                           | Saraiva (2011)                | Rio Jaguarão             | Parcela         | 725  | 2900  | 27 | 1,844 | 6,32    | 0,559 |
| 8                           | Milanesi e Leite (2014)       | Rio Vacacaí              | Ponto quadrante | 200  | 1918  | 28 | 2,536 | 12,63   | 0,761 |
| 9                           | Budke <i>et al.</i> (2007)    | Rio Botucaraí            | Parcela         | 1547 | 1547  | 30 | 1,995 | 7,35    | 0,586 |
| 10                          | Soares e Ferrer (2009)        | Afluente do rio Piratini | Parcela         | 702  | 1404  | 40 | 2,981 | 19,7    | 0,808 |
| 11                          | Kilca <i>et al.</i> (2012)    | Rio Piratini             | Parcela         | 1968 | 1968  | 40 | 2,822 | 16,81   | 0,765 |
| 12                          | DeMarchi e Jarenkow (2008)    | Rio Camaquã              | Parcela         | 2179 | 2179  | 29 | 2,342 | 10,39   | 0,695 |
| 13                          | Dorneles <i>et al.</i> (2013) | Arroio Bolaxa            | Ponto quadrante | 240  | 1794  | 26 | 2,579 | 13,19   | 0,792 |





**Figura 6.** Comparação da riqueza específica e da diversidade de Shannon em espécies equivalentes do componente arbóreo entre estudos realizados em florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha (preto) e outras regiões do bioma Pampa (cinza). **A.** Riqueza específica. **B.** Diversidade de Shannon ( $\exp(H')$ ). A riqueza e a diversidade foram padronizadas para 400 indivíduos, sendo rarefeitas para estudos com mais indivíduos e extrapoladas para estudos com menos indivíduos (vide métodos). A identificação dos locais e as respectivas referências dos estudos estão na Fig. 1B e na Tab. 3. O símbolo diferente (quadrado) representa o presente trabalho.

## DISCUSSÃO

Nossos resultados caracterizam uma floresta ribeirinha de baixo porte, sem nítida diferenciação em estratos e com poucos indivíduos emergentes. A maior parte das árvores incluídas na amostragem tem diâmetro pequeno ou médio, mas muitos indivíduos de *Pouteria salicifolia* apresentaram múltiplos fustes. A riqueza e diversidade estimadas para a floresta estudada indicam valores relativamente altos quando comparada com outros estudos do Planalto da Campanha e intermediários quando comparada com estudos em outras regiões do Pampa. As espécies de ampla distribuição no sul do Brasil são as que mais contribuem para a riqueza específica e também são estruturalmente importantes, enquanto as espécies dos contingentes paranense e chaquenho juntas correspondem à metade das espécies nativas amostradas.

Foi observada acentuada contribuição à riqueza de espécies de Myrtaceae, o que é esperado por esta ser a família com maior riqueza de árvores no Rio Grande do Sul e apresentar elevada densidade nas diferentes formações florestais no Estado (Sobral 2003, Sobral *et al.* 2013). Esse resultado foi amplamente descrito nas formações florestais no sul do Brasil por estudos em escala regional (Oliveira-Filho *et al.* 2006, Giehl & Jarenkow 2012) e também por estudos em escala local no bioma Pampa (todos os trabalhos listados na Tab. 3). Fabaceae também foi a segunda família mais rica nos dois estudos em escala regional supracitados, e junto com Sapindaceae estiveram entre as mais ricas em alguns trabalhos em escala local (Leão 2009, Oliveira *et al.* 2018, Budke *et al.* 2004, Budke 2007, DeMarchi & Jarenkow 2008, Milanesi & Leite 2014).

Em relação à abundância, as três famílias com maior número de indivíduos neste estudo também foram muito abundantes nos trabalhos realizados no Planalto da Campanha, exceto Sapotaceae, que não foi amostrada no levantamento quantitativo realizado em Alegrete (Oliveira *et al.* 2018) e teve abundância moderada em um dos levantamentos em Santana do Livramento (Araujo *et al.*

2016). Nas demais regiões no bioma Pampa, Myrtaceae e Euphorbiaceae foram abundantes em alguns levantamentos (Budke *et al.* 2004, Budke *et al.* 2007, DeMarchi & Jarenkow 2008, Saraiva 2011, Milanesi & Leite 2014). A maior abundância de Euphorbiaceae, Sapotaceae e Myrtaceae é um reflexo da concentração de indivíduos nas três espécies dominantes que pertencem a estas famílias, *Gymnanthes klotzschiana*, *Pouteria salicifolia* e *Eugenia uniflora*, respectivamente.

As espécies com maior IVI são de ampla distribuição e/ou apresentam adaptações ao ambiente ribeirinho. *Pouteria salicifolia* é uma reófita com adaptações foliares (Reitz *et al.* 1988) e em sua arquitetura. Foi observada a presença de vários indivíduos com múltiplos fustes de diâmetro intermediário e altura reduzida, o que demonstra a capacidade de rebrote como resposta às injúrias mecânicas e permite maior estabilidade nas áreas sujeitas a correntes de água forte. Embora seja uma espécie do contingente paranense, *Pouteria salicifolia* é amplamente dispersa pelos principais rios e seus afluentes nas regiões oeste e sul do Rio Grande do Sul, associada às margens inundáveis (Reitz *et al.* 1988). As nossas parcelas foram alocadas paralelamente à margem dos arroios com distância de 10 m, coincidindo com o habitat preferencial dessa espécie. *Gymnanthes klotzschiana* e *Eugenia uniflora* são espécies de ampla distribuição que ocorrem em diferentes formações florestais no estado e são abundantes em florestas ribeirinhas (Reitz *et al.* 1988, Sobral *et al.* 2013), com presença em quase todos os estudos analisados no bioma Pampa (Tab. 3). O desempenho de *Gymnanthes klotzschiana* é garantido pela presença de adaptações morfológicas ou metabólicas em resposta aos distúrbios de inundação (Kolb *et al.* 1998). Desse modo, a maior amplitude de nicho, representada pela ampla ocorrência em ambientes diversos, e/ou a presença de adaptações ao ambiente ribeirinho são as possíveis causas para a dominância dessas três espécies que concentram aproximadamente 60% dos indivíduos amostrados.

O baixo porte da floresta amostrada, a presença de poucos indivíduos com grandes diâmetros e emergentes parece ser

característica das florestas ribeirinhas de nascentes e arroios no Planalto da Campanha. Em observações realizadas em áreas do bioma Pampa, Rambo (1960) destacou a ausência de muitas espécies da encosta do Planalto Sul-Brasileiro, assim como uma distribuição vertical mais simples, com a predominância de árvores pequenas, de até 10 m. Nos estudos realizados na região, em florestas adjacentes a corpos d'água de ordem menor, como nascentes e arroios (Leão 2009, Oliveira *et al.* 2015, Araujo *et al.* 2016), a maior parte dos indivíduos amostrados apresentou diâmetros pequenos ou médios e alturas baixas. O estudo realizado no rio Ibirapuitã, após receber a contribuição de vários afluentes, foi o único que apresentou uma média de altura intermediária, com a presença de indivíduos com até 26 m, e uma maior proporção de indivíduos com diâmetros médios ou grandes (Oliveira *et al.* 2018). Os solos pouco profundos e o maior efeito de borda em florestas estreitas nas margens de nascentes e arroios, assim como a ausência de muitas espécies do estrato superior, possivelmente, sejam os determinantes do baixo porte dessas florestas. A contribuição pouco expressiva de indivíduos com diâmetros grandes deve-se a ausência de muitas espécies que formam os estratos superiores. O elevado número de ramificações e a alta densidade de *Pouteria salicifolia* contribuíram para elevar o valor do diâmetro médio e a área basal total no presente estudo.

A composição das espécies amostradas no nosso estudo apresenta pequena variação florística quanto aos demais realizados em florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha e no bioma Pampa, diferenciando-se pela maior contribuição de espécies do contingente chaquenho e a inclusão de quatro espécies não amostradas nesses estudos: *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub., *Phytolacca dioica* L., *Schaefferia argentinensis* Speg., e *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. Entre essas espécies, destacamos *Gleditsia amorphoides*, pois consta no Livro vermelho da flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013), como vulnerável, e na Lista de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul (Decreto n. 52.109/2014), na categoria em extinção. A presença de espécies exóticas foi eventual. *Melia azedarach* L. e *Citrus* sp. totalizaram apenas quatro indivíduos. Embora sejam consideradas invasoras segundo Moro *et al.* (2012), não são transformadoras de ecossistemas, por não serem capazes de competirem com as espécies nativas em ambientes bem conservados ou com pouca perturbação.

A riqueza de espécies amostradas neste estudo foi superior a outros três estudos realizados em florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha, mas inferior ao estudo realizado em Uruguaiana, próximo ao rio Uruguai (Leão 2009). Esse rio é reconhecido como um dos principais corredores de espécies arbóreas para a Província Pampiana (Rambo 1960, 1961, Cabrera & Willink 1980), o que certamente influenciou nos resultados obtidos por Leão (2009). No contexto dos demais estudos do bioma Pampa, a riqueza e a diversidade amostradas foram intermediárias, sendo consideravelmente inferiores apenas ao estudo

realizado próximo ao limite com o bioma Mata Atlântica (Budke *et al.* 2004), sob influência da floresta estacional da encosta meridional do Planalto Sul-Brasileiro. Na comparação padronizada para 400 indivíduos, a diversidade de Shannon ( $\exp(H')$ ) estimada foi intermediária em relação aos estudos realizados no Planalto da Campanha e no bioma Pampa, tanto na análise com todos os indivíduos amostrados como na análise padronizada para 400 indivíduos. A baixa equabilidade do nosso estudo se deve à concentração de aproximadamente 60% dos indivíduos amostrados em três espécies e ao alto número de espécies com apenas um indivíduo (12 espécies, 33%). Esse padrão de baixa equabilidade é observado em outros estudos realizados em florestas ribeirinhas no bioma Pampa (Budke *et al.* 2004, 2007, Saraiva, 2011, DeMarchi & Jarenkow 2008).

Os contingentes fitogeográficos do oeste da região do Sul do Brasil, ou seja, o paranense e o chaquenho (Fig. 2), apresentaram a mesma contribuição em número de espécies do que as de ampla distribuição. Na análise separada dos contingentes florísticos, as espécies de ampla distribuição foram mais importantes tanto para a riqueza específica como para a abundância. Em parte, este resultado demonstra que muitas das espécies colonizadoras e dominantes nas florestas ribeirinhas no Planalto da Campanha são, de forma geral, pouco exigentes quanto aos requerimentos de nicho, permitindo que ocupem regiões com condições ambientais variadas, incluindo as áreas ribeirinhas sujeitas aos distúrbios dos pulsos de inundação, além de serem pouco limitadas para a dispersão. Por outro lado, a maior parte das espécies de ampla distribuição deve ter migrado até o Planalto da Campanha pelo contingente paranense, que conforme Rambo (1961), sob a denominação de contingente oeste, é o mais antigo e amplo, tendo conseguido migrar para várias regiões do Rio do Grande do Sul, inclusive a do litoral Atlântico.

As espécies do contingente chaquenho contribuíram com 25% da riqueza específica, o que demonstra que este é um importante contingente florístico para o Planalto da Campanha. Conforme a proposição de Cabrera & Willink (1980) e os resultados encontrados por Giehl *et al.* (2011) em florestas ribeirinhas no sudeste da América do Sul, existe uma 'diluição' das características da flora tropical em direção às áreas mais austrais. Essa diluição corresponde ao padrão de redução da riqueza específica e a maior contribuição de espécies de ampla distribuição e/ou de estágios iniciais de sucessão. Localizada em uma região onde essa "diluição" é intensificada por sua latitude, o Planalto da Campanha tem um importante aporte na riqueza específica pelo contingente chaquenho. A pequena contribuição quanto à abundância das espécies do contingente chaquenho, possivelmente está relacionada a localização da área de amostragem, próxima a margens de arroios, onde o lençol freático é pouco profundo e há poças e canais. Cabrera & Willink (1980) descrevem que no Distrito Uruguaiense as florestas ribeirinhas assemelham-se às da Província Paranense, mas são empobrecidas pela "diluição", enquanto as espécies do Espinal (chaquenhos) ocorrem

nas barrancas dos rios em formações edáficas xerófilas. Conforme Rambo (1960), as espécies das formações do tipo parque (chaquenhas) ocorrem na margem dos rios onde as espécies da floresta tropical fechada ainda não chegaram, ou nas bordas das florestas ribeirinhas, quando estas espécies já estão presentes e ocupam o lugar que antes era das espécies do contingente chaquenho. Em suma, nossos resultados corroboram a descrição das florestas localizadas no bioma Pampa realizada por Rambo (1960), de diluição por migração de espécies do bioma Mata Atlântica e mistura com elementos do Domínio Chaquenho.

A integração dos resultados de estrutura, diversidade e contingentes fitogeográficos permite concluir que a floresta estudada é um conjunto empobrecido, por diluição, de espécies oriundas da Província Paranense, muitas das quais são de ampla distribuição, e acrescida por espécies do contingente chaquenho também diluído, principalmente as provindas da Província do Espinal. A riqueza de espécies é alta para o Planalto da Campanha e intermediária em relação ao bioma Pampa devido à compensação que a presença de espécies chaquenhas realiza ante a diluição de espécies paranenses. A separação do contingente oeste em contingentes paranense e chaquenho foi importante para relacionar os resultados a diferentes mecanismos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Martin Molz pelo auxílio na identificação de algumas espécies, ao Dr. Eduardo Vélez pelo suporte logístico relacionado ao PPBio, ao Dr. Rodrigo Bergamin pelas sugestões à versão preliminar do artigo. Ao CNPq pela bolsa do primeiro autor (Processo nº 133329/2016-0) e pelos recursos dos projetos de pesquisa *Florestas disseminadas na matriz campestre no extremo sul do Brasil: estrutura e diversidade* (Edital 14/2013 – Faixa B, Processo nº 480738/2013-0) e *Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) - Rede de Pesquisa em Biodiversidade dos Campos Sulinos* (Chamada MCT/CNPq nº 35/2012).

## REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6):11-728.
- Angiosperm Phylogeny Group - APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1):1-20.
- Araujo, A.C.B., Araujo, H.J.B., Callegaro, R.M., Andrzejewski, C. & Longhi, S.J. 2016. Estrutura de dois componentes arbóreos de floresta subtropical ripária na Campanha Gaúcha, Sant'Ana do Livramento, RS. *Floresta* 46(4):481-490.
- Banda-R, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K.G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A., Prado, D., Pullan, M., Quintana, C., Riina, R., Rodríguez, G.M. *et al.* 2016. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science* 353(6306):1383-1387.
- Brançalion, P.H.S., Garcia, L.C., Loyola, R., Rodrigues, R.R., Pillar, V.D. & Lewinsohn, T.M. 2016. A critical analysis of the Native Vegetation Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação* 14:1-15.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 28.05.2012, p. 1.
- Budke, J.C., Giehl, E.L.H., Athayde, E.A., Eisinger, S.M. & Záchia, R.A. 2004. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18 (3): 581-589.
- Budke, J.C., Jarenkow, J.A. & Oliveira-Filho, A.T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. *Plant Ecology* 189(2):187-200.
- Cabido, M., Zeballos, S.R., Zak, M., Carranza, M.L., Giorgis, M.A., Cantero, J.J. & Acosta, A.T.R. 2018. Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Applied Vegetation Science* 21(2):298-311.
- Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14(1-2):1-50.
- Cabrera, A.L. & Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina. 2 ed. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos - OEA, Washington, DC. Serie de Biología. Monografía, 13. 122 p.
- Chao, A., Gotelli, N.J., Hsieh, T.C., Sander, E.L., Ma, K.H., Colwell, R.K. & Ellison, A.M. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84(1):45-67.
- Colwell, R.K., Chao, A., Gotelli, N.J., Lin, S.Y., Mao, C.X., Chazdon, R.L. & Longino, J.T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5(1):3-21.
- Costa, F.R.C. & Magnusson, W.E. 2010. The need for large-scale, integrated studies of biodiversity – the experience of the program for biodiversity research in Brazilian Amazonia. *Natureza & Conservação* 8(1):3-12.
- DeMarchi, T.C. & Jarenkow, J.A. 2008. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 63(2):241-248.
- Domeles, L.P.P., Gutierrez, V.S., Bianchin, A. & Telöken, F. 2013. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 68(1):37-46.
- Dryflor. Latin American Seasonally Dry Tropical Forest Floristic Network website. Disponível em: <http://www.dryflor.info/>. Acessado em 10.07.2019.
- Flora do Brasil 2020 (em construção). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em 10.06.2019.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 1986. Levantamento de Recursos Naturais. IBGE, Rio de Janeiro. v. 33. 795 p.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acessado em 10.07.2019.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2 ed. IBGE, Rio de Janeiro. 274 p.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2019. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000. IBGE, Rio de Janeiro. 168 p.
- Giehl, E.L.H., Budke, J.C., Oliveira-Filho, A.T. & Jarenkow, J.A. 2011. Variações florísticas e relação com variáveis geográficas e climáticas em florestas ribeirinhas do sudeste da América do Sul. *In Fitossociologia no Brasil - Métodos e estudos de casos* (Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A., Meira-Neto, J.A.A., orgs.). Editora UFV, Viçosa, v. 1, p. 504-519.
- Giehl, E.L.H. & Jarenkow, J.A. 2012. Niche conservatism and the differences in species richness at the transition of tropical and subtropical climates in South America. *Ecography* 35(10):933-943.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Hsieh, T.C., Ma, K.H., Chao, A. iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. Pacote R versão 2.0.12. Disponível em: <http://>

- chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download. Acessado em 10.07.2018.
- Jarenkow, J.A. & Waechter, J.L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3):263-272.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2): 363-375.
- Kersten, R.A. & Galvão, F. 2011. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. *In* Fitossociologia no Brasil - Métodos e estudos de casos (Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F, Andrade, L.A., Neto, J.A.A.M., orgs.). Editora UFV, Viçosa, v. 1, p. 156-173.
- Kilca, R.V., Soares, J.C.W., Medeiros, E.M. & Jarenkow, J.A. 2012. Cambios florísticos y estructurales entre dos comunidades arbóreas de un bosque ripario bajo condiciones ambientales contrastantes en la Pampa sur brasileña. *Iheringia. Série Botânica* 67(2):165-175.
- Kolb, R.M., Medri, M.E., Bianchini E., Pimenta, J.A., Giloni, P.C. & Correa, G.T. 1998. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. *Revista Brasileira de Botânica* 21:305-312.
- Leão, G.M. 2009. Florística e estrutura do componente arbóreo da floresta ribeirinha do arroio Imbaá, Pampa brasileiro. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Curso de Ciências Biológicas, Campus Uruguaiana.
- Leite, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciência e Ambiente* 24:51-74.
- Magnusson, W.E., Lima, A.P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F.R.C., Castilho, C.V. & Kinupp, V.F. 2005. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica* 5(2):1-6.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford. 256 p.
- Malanson, G.P. 1993. *Riparian landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge. 296 p.
- Martinelli, G. & Moraes, M.A. (orgs.). 2013. *Livro vermelho da flora do Brasil*. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100 p.
- Milanesi, L.S. & Leite, S.L.C. 2014. Fitossociologia de espécies arbóreas em dique marginal de floresta ribeirinha no Rio Grande do Sul, Brasil, e comparação com ambientes aluviais e não aluviais. *Revista Brasileira de Biociências* 12(2):72-80.
- Moro, M.F., Souza, V.C., Oliveira-Filho, A.T., Queiroz, L.P., Fraga, C.N., Rodal, M.J.N., Araújo, F.S. & Martins, F.R. 2012. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasílica* 26(4):991-999.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York. 547 p.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szocs, E. & Wagner, H. 2018. *Vegan: Community Ecology Package*. Pacote R versão 2.5-2. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/web/packages/vegan/>. Acessado em 10.05.2018.
- Oliveira-Filho, A.T., Jarenkow, J.A. & Rodal, M.J.N. 2006. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. *In* Neotropical savannas and dry forests: diversity, biogeography, and conservation (Pennington, R.T., Lewis, G.P.; Ratter, J.A., eds.). Systematics association, Boca Raton, n. 69. p. 159-192.
- Oliveira-Filho, A.T. 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60(2):237-258.
- Oliveira-Filho, A.T., Budke, J.C., Jarenkow, J.A., Eisenlohr, P.V. & Neves, D.R.M. 2015. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. *Journal of Plant Ecology* 8(3):242-260.
- Oliveira-Filho, A.T. 2017. NeoTropTree, Flora arbórea da Região Neotropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Disponível em: <http://www.neotropree.info/>. Acessado em 10.07.2019.
- Oliveira, M.L.A.A., Grings, M., Richter, F.S., & Backes, A.R. 2015. Composição, estrutura e fatores edáficos condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. *Iheringia, Série Botânica* 70(2):245-263.
- Oliveira, M.L.A.A., Grings, M., Richter, F.S., Lucas, D.B. & Oliveira, L.S. 2018. Florística, estrutura e fatores edáficos de comunidade arbórea ribeirinha na APA do rio Ibirapuitã, Alegrete, RS, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 71:11-28.
- Prado, D.E. 2000. Seasonally Dry Forests of Tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57(3):437-461.
- Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio. 2019a. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/>. Acessado em 10.07.2017.
- Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio. 2019b. Métodos. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/metodos/>. Acessado em 10.07.2019.
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acessado em 10.05.2018.
- Rambo, B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. *Anais Botânicos do Herbario Barbosa Rodrigues* 3(3):7-39.
- Rambo, B. 1953. História da flora do planalto riograndense. *Anais Botânicos do Herbario Barbosa Rodrigues* 5(5):185-232.
- Rambo, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural. Livraria Selbach, Porto Alegre. 471 p.
- Rambo, B. 1958. Die Alte Südfloora in Brasilien. *Pesquisas, Série Botânica* 2:177-198.
- Rambo, B. 1960. Die Südgrenze des brasilianischen Regenwaldes. *Pesquisas, Série Botânica* 8:1-41.
- Rambo, B. 1961. Migration routes of the south Brazilian rain forest. *Pesquisas, Série Botânica* 12:1-54.
- Rede Campos Sulinos. 2019. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/redecamposulinos/>. Acessado em 10.07.2019.
- Reitz, R., Klein, R.M. & Reis, A. 1988. *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*. 2 ed. Corag, Porto Alegre. 525 p.
- Rio Grande do Sul. Decreto n. 52.109 de 1º de dezembro de 2014. *Diário Oficial [do] Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre*, 2.12.2014, p. 2-11.
- Santos, H.G., Jacomine, P.K.T., Anjos, L.H.C., Oliveira, V.A., Lumbereras, J.F., Coelho, M.R., Almeida, J.A., Araújo-Filho, J.C., Oliveira, J.B., Cunha, T.J.F. 2014. *Sistema brasileiro de classificação de Solos*. 4 ed. EMBRAPA, Rio de Janeiro. 356 p.
- Saraiva, D.D. 2011. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. *Biotemas*, 24(4):49-58.
- Soares, L.R. & Ferrer, R.S. 2009. Estrutura do componente arbóreo em uma área de floresta ribeirinha na bacia do rio Piratini, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* 22(3): 47-55.
- Sobral, M. 2003. *A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul*. Editora Unissinos, São Leopoldo. 216 p.
- Sobral, M., Jarenkow, J.A., Brack, P., Irgang, B., Laroca & Rodrigues, R.S. 2013. *Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil*. 2 ed. RiMa, São Carlos. 357 p.
- Spichiger, R., Bise, B., Calenge, C. & Chatelain, C. 2006. Biogeography of the Forests of the Paraguay-Paraná Basin. *In* Neotropical savannas and dry forests: diversity, biogeography, and conservation (Pennington, R.T., Lewis, G.P.; Ratter, J.A., eds.). Systematics association, Boca Raton, n. 69. p. 197-211.
- SpeciesLink. Disponível em: <http://www.splink.org.br/>. Acessado em 10.07.2019.
- Streck, E.V., Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Schneider, P., Giasson, E. & Pinto, L.F.S. 2008. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2 ed. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural. Porto Alegre. 222 p.
- The Plant List. Versão 1.1. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acessado em 10.07. 2019.
- Tuomisto, H. 2011. Commentary: do we have a consistent terminology for species diversity? Yes, if we choose to use it. *Oecologia* 167:903-911.
- Waechter, J.L. 2002. Padrões geográficos na floral atual do Rio Grande do Sul. *Ciência e Ambiente* 24:91-108.