

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

Diversidade arbórea de florestas ribeirinhas na Província Pampiana no Brasil

Guilherme Krahl de Vargas

Porto Alegre
2018

Guilherme Krahl de Vargas

Diversidade arbórea de florestas ribeirinhas na Província Pampiana no Brasil

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Botânica

Orientador: Prof. Dr. João André Jarenkow

Porto Alegre

2018

Agradecimentos

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica pelo acolhimento e o ensino de qualidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao João André Jarenkow pela orientação, participação nos campos e ensinamentos botânicos.

Aos parceiros dos projetos de pesquisa sobre Florestas Pampianas: Jarenkow, Sandra Müller, Marcelo Frangipani e Samuel Welter.

Aos proprietários das áreas amostradas, pela autorização e cordialidade, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa e de outras tantas.

A todos que contribuíram nas inúmeras saídas de campo: Felipe, Laís, Anita, Camila, Ebráilon, Jeniffer, Edilvane, João Vitor, Gabriel e seus colegas da UNIPAMPA.

Ao Valério Pillar pelos auxílios do PPBio Rede Campos Sulinos e ao Eduardo Vélez pelo suporte logístico na integração dos projetos das Florestas Pampianas com a Rede Campos Sulinos.

Ao Martin Molz pelo auxílio na determinação de espécies amostradas.

Aos colegas dos laboratórios de Fitoecologia e Fitogeografia pela troca de experiências e discussões, principalmente nos “Colóquios Fitoecológicos”. Em especial aos professores que com vivências, experiências e conhecimentos botânicos e ecológicos contribuíram na minha formação: Jarenkow, Brack, Sérgio Leite, Waechter, Gerhard e Luís Baptista.

Aos colegas do PPGBOT pelas vivências nesse período, especialmente aos parceiros de Primavera Botânica: Matias, Ronaldo, Ethiéne, Josimar, Ebráilon, Mari, Japa, Cássio, Carol, Jordano.

Ao apoio da minha família, em especial à minha mãe, Eneida, por valorizar a educação.

À minha namorada, Carolina, pelo companheirismo, apoio e afeto.

Resumo

A informação sobre como a diversidade é distribuída geograficamente é fundamental para a conservação da biodiversidade. Nós avaliamos a contribuição relativa das diversidades alfa e beta para a diversidade de espécies arbóreas em florestas ribeirinhas na Província Biogeográfica Pampiana no Brasil, nas escalas local e regional, e avaliamos as diferenças da diversidade alfa entre paisagens. As unidades amostrais na escala regional (paisagens) foram seis quadrados de 5 x 5 km, distribuídos em municípios distintos. Em cada uma dessas unidades regionais, amostramos três parcelas, que são as nossas unidades amostrais em escala local. Amostramos todas as árvores com diâmetros à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm. Nós utilizamos a partição multiplicativa da diversidade com “número de equivalentes” (*Hill numbers*) associada a dois modelos nulos para comparar a diversidade através das escalas espaciais. No total, 6.639 árvores foram amostradas em 4,5 ha de área amostral. As espécies nativas totalizaram 6.009 indivíduos, que foram distribuídos em 101 espécies, 74 gêneros e 37 famílias. As paisagens estudadas tiveram a riqueza padronizada de espécies arbóreas variando de 17,95 ($\pm 1,9$) até 53,49 ($\pm 6,2$). A partição hierárquica de diversidade com *Hill numbers* indicou um padrão de baixa diversidade alfa e alta diversidade beta de espécies arbóreas em florestas ribeirinhas na Província Biogeográfica Pampiana no Brasil, tanto na escala local como na regional. Os dois modelos nulos confirmaram esse padrão e sugerem que diferentes processos estão atuando nas escalas local e regional, de forma a reduzir a diversidade alfa e aumentar a diversidade beta. Além disso, a diversidade alfa variou consideravelmente entre as paisagens, com os maiores valores encontrados naquelas localizadas ao norte da Província Pampiana e mais próximas às rotas de migração de espécies atlânticas. Considerados juntos, esses resultados indicam que a filtragem ambiental e, principalmente, a limitação de dispersão de espécies podem estar determinando os padrões de diversidade na escala mais ampla, assim como diferentes mecanismos influenciados pelos distúrbios dos pulsos de inundação podem estar determinando os padrões na escala mais fina, dos quais destacamos a exclusão competitiva e a tolerância ao estresse. Nossos resultados foram importantes para descrever padrões de diversidade de espécies arbóreas através das escalas espaciais nas florestas Pampianas brasileiras e para fornecer importantes *insights* sobre os processos que estão determinando as diversidades alfa e beta nas escalas local e regional. O próximo passo é testar e separar os efeitos dos fatores ambientais e da limitação da dispersão de espécies como determinantes da diversidade.

Palavras-chave: diversidade alfa, diversidade beta, estrutura de comunidades, modelos nulos, florestas Pampianas, florestas ribeirinhas, florestas subtropicais estacionais semidecíduas, partição da diversidade.

Abstract

How diversity is distributed geographically within a region is a fundamental information to conserve regional biodiversity. We evaluate the relative contribution of alpha and beta diversities to tree species diversity of riverine forests within Brazilian Pampean Biogeographic Province at local and regional scales and analyzed alpha diversity differences between landscapes. The regional sampling units (landscapes) were six 5 x 5 km square, in each of which we sampled three 250 x 10 m plots, the local sampling units. We sampled all tree with diameter at breast high (DBH) more than or equal to 5 cm. We used multiplicative partitioning on Hill numbers associated to two null models to decompose diversity across spatial scales. A total of 6,639 trees were sampled in a total area of 4.5 ha. The native species added up 6,009 individuals that were distributed in 101 species, 74 genera and 37 families. The studied landscapes showed standardized tree species richness ranging from 17.95 (± 1.9) to 53.49 (± 6.2). Hierarchical diversity partitioning on Hill numbers indicates a pattern of low alpha diversity and high beta diversity of tree species in riverine forests in Brazilian Pampean Biogeographic Province at local and regional scales. The two null models confirm this pattern and suggest different processes acting at local and regional scales to decrease alpha diversity and increase beta diversity. Moreover, alpha diversity was considerably variable among landscapes, the highest values were found in landscapes located in the northern region of Brazilian Pampean Province, closer to the migration routes of Atlantic species. Taking together these finds suggest that environmental filtering and mainly species dispersal limitation might be shaping diversity at the broadest scale and different mechanisms influenced by flood pulse disturbances might be driving diversity at the finest scale, such as competitive exclusion and stress tolerance. Our findings were important to describe patterns of tree species diversity across spatial scales within Brazilian Pampean forests and provide useful insights about process driving diversity at each spatial scale. The next step is to testing and disentangling the effects of environmental factors and species dispersal limitation in shaping diversity at broad scaled.

Keywords: alpha diversity, beta diversity, community structure, diversity partitioning, null model approach, Pampean forests, riverine forests, subtropical seasonal semideciduous forests.

Sumário

Resumo	4
Abstract	5
Sumário	6
Introdução geral	7
CAPÍTULO 1: Partitioning tree species diversity across hierarchical spatial scales in Brazilian Pampean riverine forests	12
Abstract	13
Introduction	13
Materials and Methods	15
<i>Study areas</i>	<i>15</i>
<i>Sampling design</i>	<i>16</i>
<i>Data Analyses</i>	<i>17</i>
<i>Hill numbers</i>	<i>17</i>
<i>Sampling effort</i>	<i>18</i>
<i>Partitioning species diversity across hierarchical spatial structure</i>	<i>18</i>
Results	20
<i>Partitioning species diversity across hierarchical spatial structure</i>	<i>21</i>
Discussion	22
Acknowledgements	26
References	26
Supplementary Material	31
<i>References</i>	<i>36</i>
Considerações finais	38
Referências	40

Introdução Geral

Diversidade biológica é um conceito essencialmente hierárquico, que inclui diferentes níveis de organização, desde genes até ecossistemas, e desempenha um papel importante em processos ecológicos e evolutivos (Gaggiotti et al. 2018). Diversidade de espécies (taxonômica ou florística) representa uma das possíveis abordagens sobre diversidade biológica. Essa abordagem pode ser considerada um modo inicial e fundamental, pois estuda a unidade básica da diversidade, que são as espécies (Magurran 2004).

Whittaker (1960; 1972) definiu termos para a descrição da diversidade em relação à hierarquia de escalas. Esses termos (medidas) foram reunidos em dois grandes grupos: diversidade de inventário e diversidade de diferenciação. O primeiro agrupa as medidas de diversidade em unidades geográficas definidas: diversidade pontual (dentro da amostra), alfa (dentro do habitat), gama (dentro de uma paisagem) e épsilon (dentro de uma província biogeográfica). O segundo agrupa as medidas de diferenciação entre as unidades de uma mesma categoria: diversidade beta interna (entre amostras dentro do habitat), beta (entre habitats dentro de uma paisagem) e delta (entre paisagens). No entanto, este sistema é pouco utilizado devido à dificuldade de definir qual é a escala adequada para cada componente (Whittaker et al. 2001). Tendo em vista a praticidade e a objetividade, os pesquisadores simplificam as definições para escala local (alfa), regional (gama) e variação entre locais (beta) ou, alternativamente, a estimativa de quanto o total regional excede os valores médios locais (beta). Em trabalhos com múltiplos níveis hierárquicos, a diversidade é definida como aquela que ocorre dentro das unidades amostrais de determinado nível (alfa), na diversidade agregada dessas unidades (gama) e na diversidade de variação entre estas unidades amostrais (beta).

As florestas presentes na Província Biogeográfica Pampiana (Cabrera e Willink 1980), apesar de serem de grande interesse biogeográfico e ecológico por causa de sua localização, são pouco conhecidas em relação aos padrões e determinantes de diversidade. A Província Pampiana está inserida no Domínio Chaquenho e limita-se ao norte com as Províncias Atlântica e Paranaense, pertencentes ao Domínio Amazônico. Os limites a oeste ocorrem com a Província do Espinal, que também pertencente ao Domínio Chaquenho. O Oceano Atlântico completa a sua delimitação pelo leste. As formações campestres são predominantes na paisagem pampiana e formações arbóreas ocorrem com maior intensidade nas regiões norte da Província Pampiana, no Uruguai e no Rio Grande do Sul. É exatamente no estado mais austral do Brasil que ocorre o limite sul das florestas do Domínio Amazônico, transacionando para Província Pampiana próximo ao paralelo 30°S (Cabrera e Willink 1980).

Esta peculiaridade do Rio Grande do Sul despertou o interesse de Lindman (1909) e Rambo (1956). Ambos constataram que as condições climáticas no estado eram favoráveis ao desenvolvimento florestal, mas ca. 60% da sua área era coberta por campos. Rambo (1956) deduziu que os campos tinham origem edáfica ou climática relacionada a condições pretéritas. Dados palinológicos suportam a origem climática ao sugerirem que as formações florestais na Província Pampiana se tornaram mais amplas e diversas após as condições climáticas tornarem-se mais quentes e úmidas (Behling et al. 2005; Mourelle et al. 2017). Mourelle et al. (2017) apresentaram evidências da presença de vegetação arbórea ribeirinha com razoável adensamento durante o último período glacial. No entanto, os mesmos dados sugerem que há apenas ca. 2000 anos antes do presente é que houve um aumento gradual na abundância e na diversidade arbórea e somente há ca. 500 anos antes do presente as florestas ribeirinhas apresentaram uma composição similar à atual.

Atualmente, são descritas áreas florestais diversificadas na matriz campestre da Província Pampiana no Rio Grande do Sul, tais como, florestas mistas com *Araucaria* (Carlucci et al. 2011), mistas com *Podocarpus* (Longhi et al. 1992; Giongo 2007; Giongo e Waechter 2007), estacionais semidecíduais (Jurinitz e Jarenkow 2003), matas de “pau-de-ferro” (Longhi et al. 1987) e áreas de formação arbórea aberta, como os butiazais (Marchiori et al. 1995) e os parques de espininhos (Rambo 1956; Marchiori et al. 2014). Embora as florestas de restinga na Planície Costeira (IBGE 2004) e as florestas estacionais semidecíduais na encosta leste da Serra do Sudeste entejam incluídas na Província Pampiana, elas estão floristicamente relacionadas à Mata Atlântica *lato sensu* (Oliveira-Filho e Fontes 2000), e devem ser consideradas como disjunções da Mata Atlântica.

As diferentes formações florestais citadas acima encontram-se relativamente restritas a determinadas regiões na Província Pampiana. As florestas estacionais semidecíduais são as que possuem a distribuição mais ampla, e podem ser separadas nas florestas que ocorrem associadas aos cursos d’água (florestas ribeirinhas) e naquelas que ocorrem em solos razoavelmente bem drenados, principalmente, nas encostas. Com essa distinção, podemos considerar que a única formação florestal bem distribuída nas diferentes regiões da Província Pampiana é a ribeirinha. Florestas ribeirinhas podem ser consideradas como a transição entre ambientes terrestres e aquáticos em nível local, assim como corredores em escalas amplas (Malanson 1993). Desse modo, as florestas ribeirinhas são as mais antigas na Província Pampiana (Behling et al. 2005; Mourelle et al. 2017) e interconectam diferentes regiões fisiográficas e geomorfológicas através de uma rede florestal nas áreas adjacentes aos cursos d’água.

Os estudos sobre a vegetação arbórea da Província Pampiana podem ser agrupados, quanto à escala de abordagem, em dois tipos extremos: os pontuais e os regionais. Os estudos pontuais correspondem àqueles citados acima, que descrevem um tipo específico de vegetação. Embora tenham importante contribuição sobre o conhecimento florístico e estrutural destas formações, estes

trabalhos são limitados pela ausência de réplicas e extensão reduzida da área de estudo. No outro extremo, os trabalhos regionais, elaborados com metadados, são muito importantes para descrever relações florísticas em escalas mais amplas e identificar possíveis determinantes da diversidade. Os trabalhos de Oliveira-Filho et al. (2015) e Rezende et al. (2016) demonstraram que as florestas localizadas na Província Pampiana são floristicamente distintas das florestas da Mata Atlântica *lato sensu*. Os trabalhos de Giehl e Jarenkow (2012) e Oliveira-Filho et al. (2015) identificaram importantes variáveis ambientais que atuam em escalas amplas. No entanto, não há nenhum trabalho que integre as escalas locais e regionais, para descrever como a diversidade varia através das escalas espaciais.

Neste contexto, desenvolvemos nossa pesquisa com o objetivo de avaliar, através das diferentes escalas espaciais, os padrões da diversidade arbórea em florestas ribeirinhas localizadas na Província Biogeográfica Pampiana no Brasil. Para tanto, utilizamos uma metodologia padronizada e com estrutura hierárquica. Adotamos o protocolo RAPELD (<https://ppbio.inpa.gov.br/instalacao>; Magnusson et al. 2005; Costa e Magnusson 2010) com alterações para adequá-lo à amostragem das Florestas Pampianas. As áreas de estudo correspondem a cinco sítios estabelecidos pelo Rede de Pesquisa Campos Sulinos (<http://www.ufrgs.br/redecampossulinos>), acrescidas de um sítio estabelecido por nós com os mesmos critérios adotados pela Rede (Figura 1).

A estrutura hierárquica de amostragem foi composta por dois níveis espaciais: regional e local. Na escala regional, as unidades amostrais foram os seis sítios denominados unidades amostrais de paisagem (UAP), que correspondem a uma área de 2.500 ha (5 x 5 km). Dentro de cada UAP, demarcamos três parcelas de 250 x 10 m com uma distância mínima de 1 km entre si. As parcelas correspondem às unidades amostrais na escala de paisagem e foram compostas pela adição contígua de 25 unidades amostrais de 10 x 10 m. A demarcação da parcela de 250 x 10 m foi paralela à margem do rio ou arroio mantendo fixa uma distância de 10 m da margem (Figura 2). Para alcançar os objetivos, nós utilizamos a partição multiplicativa da diversidade com “número de equivalentes” (*Hill numbers*) através de hierárquicas escalas espaciais hierárquicas.

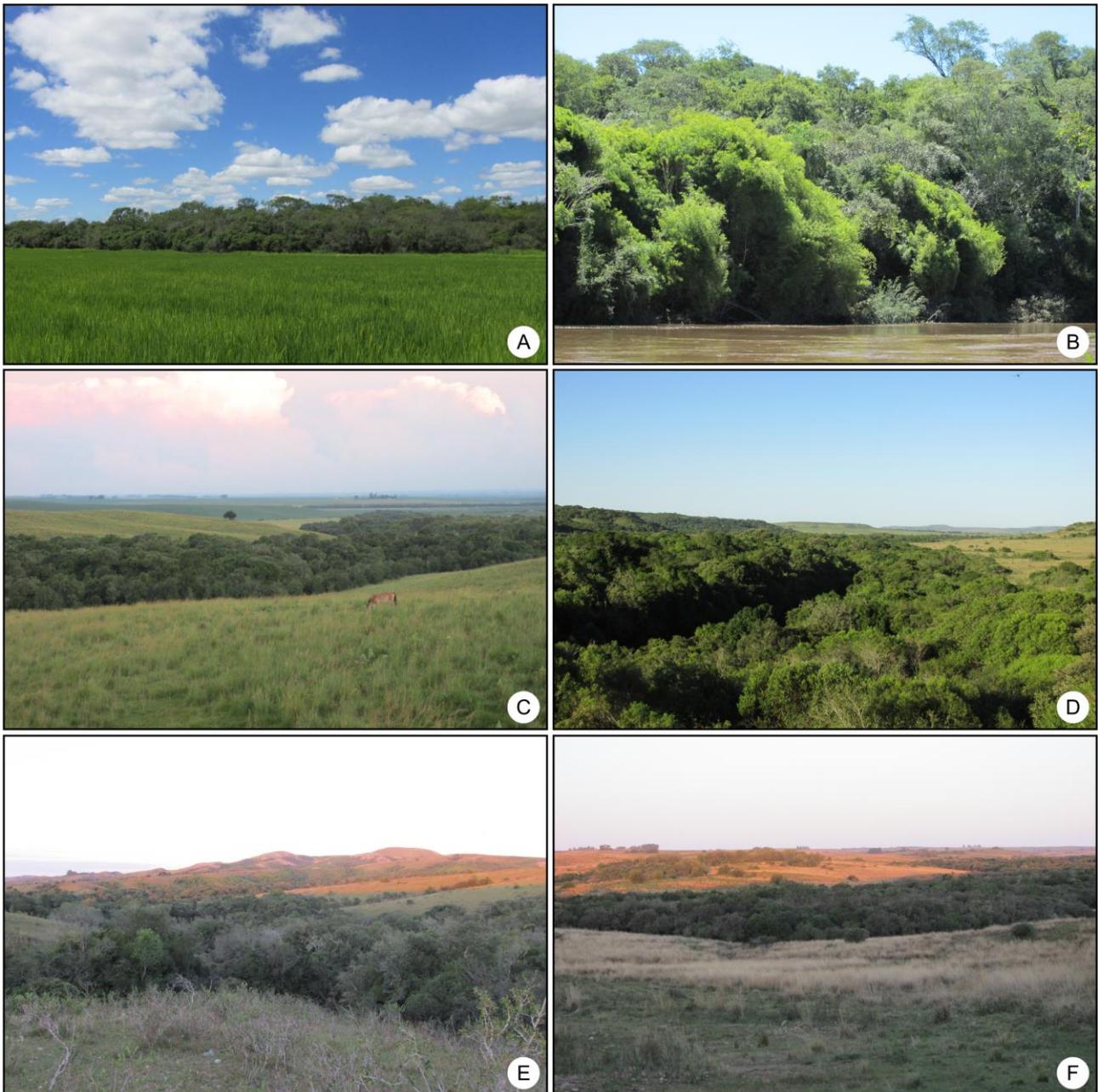


Figura 1: Florestas ribeirinhas localizadas nos cinco sítios estabelecidos pela Rede Campos Sulinos e no sítio estabelecido por nós, na Província Biogeográfica Pampiana no Brasil. Santo Antônio das Missões (A), São Francisco de Assis (B), São Gabriel (C), Quaraí (D), Santana da Boa Vista (E) e Lavras do Sul (F).

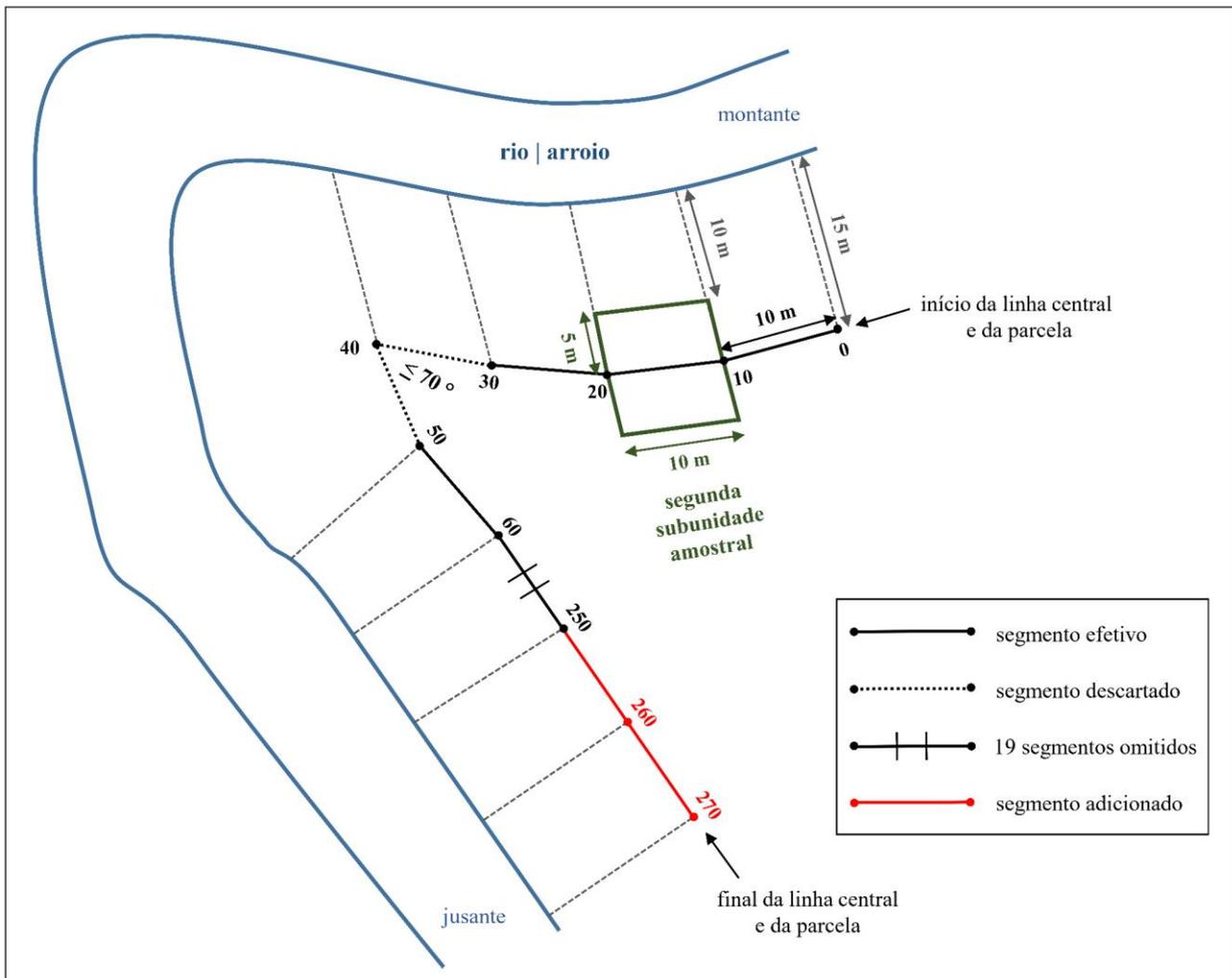


Figura 2: Demarcação da parcela de 250 x 10 m em floresta ribeirinha na Província Biogeográfica Pampiana no Brasil. A parcela foi composta por 25 unidades amostrais adicionadas continuamente ao longo de uma linha central. O início da linha central e da parcela foi na estaca de número zero, que estava 15 m distante da margem do rio ou arroio. A segunda estaca foi adicionada 10 m à frente da primeira (na direção de montante à jusante) e 15 m da margem do rio. O segmento entre as estacas formou o segmento da linha central. Este procedimento foi repetido até à estaca de número 250 (o final da linha central e da parcela) se o ângulo entre dois segmentos consecutivos fosse maior que 70° . Caso contrário, o segundo segmento foi descartado. No exemplo, os dois segmentos foram descartados, pois haveria a sobreposição entre as subunidades amostrais 4 e 5 de forma que não poderia ser compensada como os protocolos do RAPELD determinam. Os segmentos descartados foram compensados no final da parcela. A subunidade amostral correspondeu a um quadrado de 10 m de lado e distante 10 m da margem do rio. Os dois lados da subunidade amostral que eram perpendiculares ao rio foram medidos a partir da linha central com 5 m em direção ao rio e 5 m em oposição.

Capítulo 1¹

Partitioning tree species diversity across hierarchical spatial scales in Brazilian Pampean riverine forests

¹ O artigo foi submetido à revista Acta Botanica Brasílica

Considerações Finais

O presente trabalho foi o primeiro a descrever como a diversidade de espécies arbóreas de florestas ribeirinhas varia entre diferentes regiões e nas escalas espaciais (local e regional) na Província Biogeográfica Pampiana no Brasil. Nossos resultados sugerem um padrão de maior diversidade de espécies nas regiões localizadas ao norte da Província Pampiana, próximas à Floresta Atlântica *lato sensu*. Os resultados da partição hierárquica da diversidade e dos modelos nulos sugerem um padrão congruente, entre as escalas local e regional, de baixa diversidade alfa e alta diversidade beta. No entanto, a escala regional é a que contribui mais para a diversidade total (gama), e assim, os esforços de conservação de florestas ribeirinhas Pampianas devem ser direcionados aos processos que geram os padrões de diversidade na escala mais ampla. O uso de dois modelos nulos, um sem restrição e outro com restrição de permutações, possibilitaram a avaliação de processos relacionados a cada escala espacial e forneceram importantes contribuições sobre os processos que podem estar gerando os padrões observados. Na escala regional, a considerável diferença de diversidade de espécies entre as regiões e a redução desta com o aumento da distância das regiões às áreas de Mata Atlântica *lato sensu* sugerem um papel importante da limitação de dispersão de espécies atlânticas. Devido à ausência de um forte gradiente ambiental na região estudada, a redução da diversidade de espécies por restrições ambientais associadas ao nicho ecológico das espécies atlânticas pode ser um mecanismo menos intenso que a limitação de dispersão. Na escala local, diferentes mecanismos relacionados aos distúrbios dos pulsos de inundação parecem contribuir para os padrões encontrados. Nós reconhecemos as limitações de inferir processos a partir de padrões e, por isso, pretendemos testar os efeitos dos fatores ambientais e da limitação da dispersão de espécies na diversidade no nosso próximo artigo.

A metodologia de amostragem utilizada neste trabalho foi importante para a otimização de esforços amostrais na geração de dados em escalas amplas e a longo prazo, mas também gerou limitações no delineamento amostral do projeto de pesquisa e dificuldades na seleção de áreas e na demarcação de parcelas. Ao adotarmos o protocolo RAPELD, asseguramos que os dados amostrados em nosso trabalho poderão ser integrados aos levantados em outras regiões do país com o mesmo procedimento. No entanto, o protocolo gerou algumas restrições práticas, como o reduzido número de unidades amostrais nas escalas local (parcelas) e regional (os sítios de amostragens da Rede Campos Sulinos). Parte desta dificuldade parece estar relacionada às características do nosso objeto de estudo, as florestas na Província Pampiana no Brasil. Em uma paisagem dominada pela vegetação campestre, a seleção de áreas florestais com dimensões adequadas para a demarcação de parcelas

dentro dos sítios de amostragem criou dificuldades nos trabalhos a campo e também restringiu o número de parcelas e de sítios da Rede com condições mínimas para a amostragem da vegetação arbórea. Além disso, a inclusão de novos sítios de amostragem, como São Francisco de Assis, exige elevado esforço amostral e alta demanda de recursos financeiros.

Por fim, destacamos a importância que algumas espécies podem ter em projetos de recuperação de áreas de gradadas, principalmente nas áreas de preservação permanente nas margens de cursos d'água, e a influência da presença do gado sobre a regeneração das florestas Pampianas. Branquilha (*Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) foram amplamente abundantes e presentes em todos os sítios de amostragem. Em locais onde os efeitos dos distúrbios dos pulsos de inundações pareciam ser mais intensos, o branquilha era uma das poucas espécies presentes e, geralmente, muito abundante. Conforme Reitz et al. (1988), o branquilha é uma espécie heliófila com grande capacidade de se desenvolver sobre os campos situados em solos úmidos, sendo muito indicada para o reflorestamento nas margens ao longo dos rios. Além disso, sua madeira é uma alternativa para o uso energético como lenha em uma região pouco florestada. A pitangueira, como uma espécie zoocórica, pode atrair a fauna e exercer o efeito poleiro, contribuindo para a introdução de propágulos de outras espécies no local. Em relação à presença do gado nas áreas florestais na Província Pampiana no Brasil, não foi possível incluí-la como uma variável nas nossas análises pela ausência de dados precisos sobre o histórico de ocupação/uso das áreas, mas certamente tem uma implicação importante para a conservação das florestas. Em muitas áreas onde as marcas da presença intensa do gado eram visíveis, o estrato regenerante estava seriamente comprometido. Nós reconhecemos a importância da pecuária para a conservação das áreas de pastagens naturais (Pillar et al. 2009), mas parece ser necessário haver algum tipo de manejo, como o cercamento de alguns fragmentos florestais, para reduzir o impacto do gado sobre o estrato regenerante. Também destacamos a necessidade da realização de estudos que avaliem os impactos da presença (e intensidade/carga) do gado sobre o estrato regenerante das florestas Pampianas e forneça informações sobre alternativas de manejo.

Referências

- BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 133, p. 235-248, 2005.
- CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografia de America Latina**. 2 ed. Washington D. C.: OEA, 1980.
- CARLUCCI, M. B.; JARENKOW J. A.; DUARTE, L. S.; PILLAR, V. D. Conservação da Floresta com Araucária no extremo sul do Brasil. **Natureza & Conservação**, v.9, p.111-113, 2011.
- COSTA F. R. C.; MAGNUSSON W. E. The need for large-scale, integrated studies of biodiversity - the experience of the program for biodiversity research in Brazilian Amazonia. **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 3-12, 2010.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/ >. Acesso em: 10 jun 2018.
- GAGGIOTTI, O. E.; CHAO, A.; PERES-NETO, P.; CHIU, C. H.; JOST L.; EDWARDS, C.; FORTIN, M. J.; SELKOE, K. A. Diversity from genes to ecosystems: A unifying framework to study variation across biological metrics and scales. **Evolutionary Applications**, p. 1-18, 2018.
- GIEHL, E. L.; JARENKOW, J. A. Niche conservatism and the differences in species richness at the transition of tropical and subtropical climates in South America. **Ecography**, v. 35, p. 933-943, 2012.
- GIONGO, C. **Distribuição espacial de florestas mistas com Podocarpus na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese (Doutorado), PPG-Botânica, UFRGS, Porto Alegre, 2007.
- GIONGO, C.; WAECHTER, J. L. Composição florística e espectro de dispersão das espécies arbóreas de uma floresta mista com Podocarpus, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 333-335, 2007.
- JURINITZ, C. F.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.475-485, 2003.
- LINDMAN, C. A. M. **A Vegetação no Rio Grande do Sul**. São Paulo/ Belo Horizonte: EDUSP/Itatiaia, 1906.
- LONGHI, S. J. Aspectos fitossociológicos de uma floresta natural de *Astronium balansae* Engl., no Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 17, p. 49-61, 1987.
- LONGHI, S. J., SELLE G.L., RAGAGNIN L.I.M. & DAMIANI J.E. Composição florística e estrutura fitossociológica de um "capão" de *Podocarpus lambertii* Klotz., no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.2, p.9-26, 1992.
- MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, 2005.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2011.
- MALANSON, G. P. **Riparian landscapes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- MARCHIORI, J. N. C.; ELESBÃO, L. E. G.; ALVAREZ-FILHO, A. O palmar de Coatepe. **Ciência & Ambiente**, v.11, p.93-102, 1995.
- MARCHIORI, J. N. C.; ALVES, F. S.; DEBLE, L. P.; DEBLE, A. S. O. A vegetação do Parque Estadual do Espinilho: origem do nome e considerações fitogeográficas. Santa Maria: **Balduinia**, n. 44, p. 01-16, 2014.
- MOURELLE, D.; PRIETTO, A.R.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. Riparian woody vegetation history in the campos region, southeastern South America, during two time windows: late Pleistocene and late Holocene. **Quaternary Science Reviews**, v. 167, p. 14-29, 2017.

- OLIVEIRA-FILHO A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793-810, 2000.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; EISENLHOR, P. V.; NEVES, D. R. M. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, v. 26, p. 889-901, 2015.
- PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (eds.). **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.
- RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3. ed. Porto Alegre: Selbach, 1956.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio grande do Sul**. Porto Alegre: Corag, 1988.
- REZENDE, V. L.; BUENO, M.L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Patterns of tree composition in the southern cone of South America and its relevance to the biogeographic regionalization. **Plant Ecology**, v. 217, p. 97-110, 2016.
- WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**, v. 30, n. 3, p. 279-338, 1960.
- WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, v.21, n. 2/3, p. 213-251, 1972.
- WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J.; FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography**, v.28, p. 453-470, 2001.