

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 10/05/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP
CAMPUS DE RIO CLARO
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

RENAN BORGIANI

A INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO PADRÃO DE RIQUEZA DE
COMUNIDADES VEGETAIS LENHOSAS SITUADAS NA REGIÃO NEOTROPICAL

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
(Biologia Vegetal) para obtenção do título
de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Leonor Patrícia Cerdeira Morellato
Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Tereza Grombone Guaratini

RIO CLARO
2017

581.5 Borgiani, Renan
B733i A influência da sazonalidade no padrão de riqueza de
 comunidades vegetais lenhosas da região Neotropical / Renan
 Borgiani. - Rio Claro, 2017
 95 f. : il., figs., gráfs., tabs., mapas

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
 Instituto de Biociências de Rio Claro
 Orientador: Leonor Patrícia Cerdeira Morellato
 Coorientador: Maria Tereza Grombone Guaratini

 1. Ecologia vegetal. 2. Botânica. 3. Diversidade. 4.
 Variáveis ambientais. 5. Espécies lenhosas. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

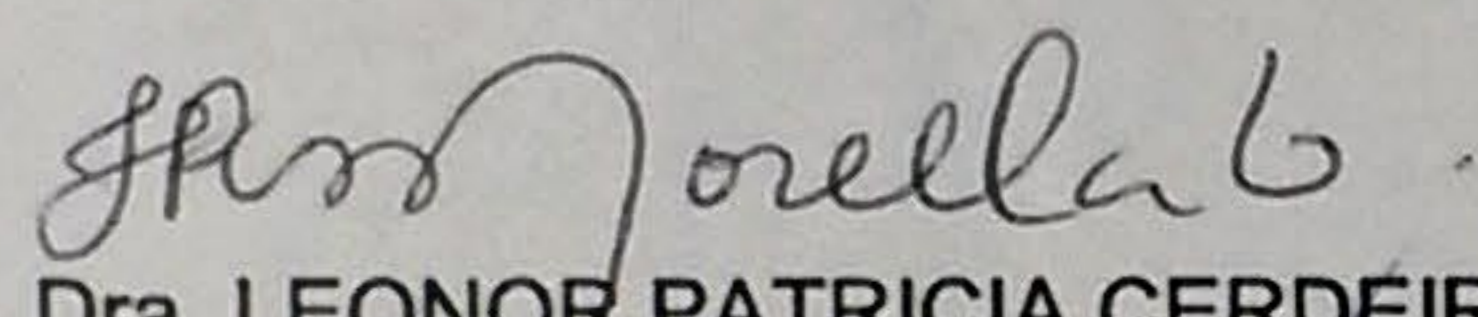
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: A influência da sazonalidade no padrão de riqueza e diversidade de comunidades vegetais lenhosas situadas na região Neotropical

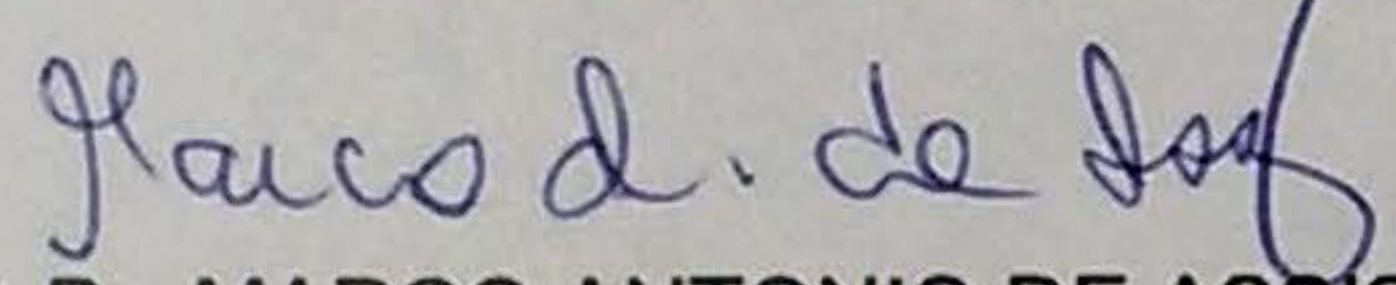
AUTOR: RENAN BORGIANI

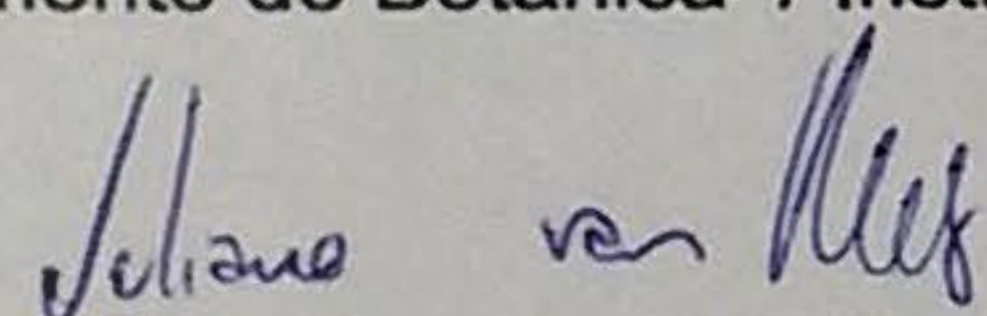
ORIENTADORA: LEONOR PATRICIA CERDEIRA MORELLATO

COORDINADORA: MARIA TEREZA GROMBONE GUARATINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. LEONOR PATRICIA CERDEIRA MORELLATO
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP


Prof. Dr. MARCO ANTONIO DE ASSIS
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP


Prof. Dr. JULIANO VAN MELIS
Departamento de Botânica / Centro Universitário Capital - SP

Rio Claro, 10 de maio de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, pelo apoio incondicional e incentivo que me manteve sempre focado visando alcançar meus objetivos. Ao meu pai, pelas palavras de conforto e apoio.

À minha orientadora Professora Dra. Patrícia Cerdeira Morellato e à co-orientadora Professora Dra. Maria Tereza Grombone Guaratini pela oportunidade concedida, por suas leituras, dicas e conselhos que foram fundamentais para a conclusão do trabalho. Foi com grande prazer e orgulho que percorri esse período sob suas orientações. Obrigado.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Laboratório de Fenologia, Rio Claro, São Paulo, pela estrutura oferecida e a todos os funcionários pelo apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) e a todos os professores e pesquisadores pela oportunidade de cursar o mestrado, enriquecendo essa experiência com suas valiosas dicas, conversas e conselhos. Ao Professor Dr. Julio Antonio Lombardi por me conceder a experiência do estágio de docência e ensinamentos preciosos quanto da sua impressionante capacidade de identificação botânica. À Professora Dra. Alessandra Fidelis pela correção dos relatórios semestrais e conselhos que foram fundamentais para o aprimoramento do projeto. Também ao Professor Dr. Marco Antonio Assis e Dr. Marcel Serra Coelho, pelas importantes críticas, dicas e comentários efetuados ao comporem a banca de qualificação.

À equipe de pesquisadores e pós-graduandos do Laboratório de Fenologia pelas conversas, reuniões, risadas, prévias e conselhos, que foram fundamentais para o bom desenvolvimento do projeto auxiliando na conclusão do trabalho. Ao Dr. Marcel Serra Coelho pela excelente leitura crítica que colaborou para a estruturação final da dissertação. À Ms. Betânia da Cunha Vargas por todas as viagens de campo nas áreas que estudamos e, principalmente, por sua capacidade de trabalhar, identificar e amar as lianas, que me ensinou muito.

Aos amigos de Departamento e pós-graduandos “do Herbário”, Gabriel Pavan Sabino, Ms. Gabriel Mendes Marcusso, Ms. Henrique Lauand Ribeiro, Dr. Leonardo Biral dos Santos, Ms. Matheus Vergne, Ms. Pablo Hendrigo, Ms. Vitor de Andrade Kamimura, pela ajuda

imensurável em todos os passos dessa caminhada, incluindo os auxílios na identificação das espécies e as longas discussões sobre ecologia e botânica, mas, principalmente, pela amizade e parceria que foram mais que fundamentais nessa trajetória, assim como a outros discentes do Departamento de Botânica que também colaboraram com minha formação.

Ao meu amigo Ms. Vitor de Andrade Kamimura (Lilo) pela condução das infindáveis conversas para a formulação das ideias centrais do trabalho e, especialmente, por sua impressionante capacidade de delinear, aplicar e ensinar as técnicas estatísticas que foram fundamentais para o desenvolvimento e conclusão do trabalho.

Ao amigo Ms. Henrique Lauand Ribeiro pela ajuda e ensinamentos na elaboração dos mapas, discussões e diagramação do trabalho, mas, principalmente, pela amizade, treinos de natação, e marmitas compartilhadas na porta do Herbário que foram indispensáveis para meu desenvolvimento e amadurecimento pessoal e profissional.

À Gabriel Pavan Sabino (Mió) pela amizade, e por suas preciosas dicas e conselhos especialmente na identificação botânica, com sua impressionante capacidade de reconhecer praticamente todas as plantas, inclusive aquelas muito mal coletadas e sempre em estado vegetativo. Obrigado também pelas leituras dessa dissertação.

Ao meu irmão, psicólogo, consultor e especialista em gestão de recursos humanos Lucas Borgiani, pela experiência impressionante a mim proporcionada em nossas infindáveis conversas, abordando principalmente a vertente da compreensão dos processos de desenvolvimento, amadurecimento e evolução humana, que foram fundamentais especialmente na fase final dessa dissertação. E à minha irmã Glaucia Tiago, pelas conversas descontraídas e músicas tocadas nas indispensáveis horas de relaxamento.

À Ana Carolina Zago e sua família, pela parceria e companheirismo, me passando sempre palavras de incentivo, amor e carinho, acolhendo-me no decorrer do percurso, especialmente nos momentos mais difíceis e conturbados.

À CAPES pela bolsa concedida.

À todas as pessoas que de alguma maneira colaboraram nessa etapa da minha vida, agradeço.

*“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas
ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma
humana.”*

Carl Gustav Jung

RESUMO GERAL

Na presente dissertação, e em seu primeiro capítulo, estudamos duas comunidades de cerrado *sensu stricto* no Estado de São Paulo: a primeira localizada no município de Itirapina (Fazenda São José da Conquista) e a segunda em Santa Rita do Passa Quatro (Parque Estadual de Vassununga, Gleba Cerrado Pé de Gigante). Estabelecemos 10 transectos (2 x 50 metros) seguindo o método proposto por Gentry (1982), amostrando todos os indivíduos lenhosos com $DAP \geq 2,5$ cm. Verificamos que o método adotado permitiu amostrar estrutura e composição florística em cerrado *sensu stricto*, incluindo diferentes formas de crescimento vegetal. No segundo capítulo, investigamos a influência, principalmente da sazonalidade, no padrão de riqueza de espécies arbóreas (árvores e arbustos) e de lianas de vegetações situadas na região Neotropical, compilando 124 áreas do banco de dados de Gentry (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/gentry/transect.shtml>), incluindo as duas áreas de estudo amostradas no primeiro capítulo. A diversidade de plantas na região tropical tem sido correlacionada com variáveis climáticas, particularmente com a distribuição da precipitação. A combinação entre ausência de sazonalidade e elevada precipitação estão relacionadas à maior riqueza de espécies. Nossa premissa é que, em locais com sazonalidade climática, os recursos e a produtividade primária são reduzidos, o que pode reduzir a riqueza de árvores e de lianas. Lianas tendem a ser mais resistentes à estação seca do que árvores em função de atributos fisiológicos, podendo apresentar aumento da riqueza em ambientes sazonais. Nossos resultados mostraram que lianas são mais ricas em áreas não sazonais, porém, observamos uma tendência no aumento da riqueza com o prolongamento da estação seca (de 1 a 4 meses), enquanto que as espécies arbóreas são mais ricas em áreas que não apresentam sazonalidade na precipitação, apresentando relação negativa com a sazonalidade. A riqueza de lianas apresentou forte relação positiva com a riqueza de espécies arbóreas.

Palavras-chave: ecologia vegetal; fitossociologia; composição florística; variáveis climáticas.

ABSTRACT

In the first chapter, we studied two communities of cerrado *sensu stricto*, both in the State of São Paulo: the first one located in the municipality of Itirapina (Fazenda São José da Conquista) and the second in Santa Rita do Passa Quatro (Gleba Pé de Gigante Cerrado). We have established 10 transects (2 x 50 metres) by following the method of Gentry and sampled all the individuals of the tree and woody climbers (lianas) with DBH ≥ 2.5 cm. We note that the Gentry method allowed to sample structure and floristic composition in the area with Cerrado (physiognomy of cerrado *sensu stricto*), including different forms of plant growth (trees, shrubs and lianas), with reduced cost and operational practicality. In the second chapter, we investigated the influence of rainfall seasonality, in the patterns of richness and abundance of tree species and lianas of communities in the Neotropical region, selecting 124 database areas of Gentry (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/gentry/transect.shtml>), including the two areas sampled in the first chapter. The diversity of plants in the tropical region has been correlated with climatic variables, particularly the distribution of precipitation and temperature. The combination of lack of seasonality and high precipitation are related to greater richness of species. However, the seasonality leads in a different way the diversity of tree species and of lianas. Our premise is that in locations with climatic seasonality resources and net primary productivity are reduced, which can reduce the richness of trees and lianas. Our results show that lianas are richer in aseasonal areas, however, we observed a tendency to grow up its richness in places with short dry season (from 1 to 4 months), while the diversity of trees was greater in areas that do not have seasonality in rainfall, resulting in a negative relationship with the seasonality. The richness of lianas is best explained by the richness of trees than by climatic variables.

Keywords: Plant ecology; phytosociology; floristic; environmental variables.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
Capítulo I - Estrutura e composição florística de duas comunidades de cerrado <i>sensu stricto</i> : revisitando a técnica de Gentry	17
RESUMO	17
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAIS E MÉTODOS	21
Áreas de estudo	21
Coleta dos dados.....	23
Análise dos dados.....	25
RESULTADOS	26
Composição florística e estrutura.....	26
Similaridade florística	38
DISCUSSÃO.....	39
REFERÊNCIAS	43
Capítulo II - Sazonalidade climática conduzindo os padrões de variação da diversidade de espécies arbóreas e de lianas em comunidades vegetais situadas na região Neotropical	52
RESUMO	52
ABSTRACT	53
INTRODUÇÃO	54
MATERIAIS E MÉTODOS	57
Área de estudo.....	57
Compilação e organização do banco de dados.....	58
Preparação das matrizes de dados	59
Análise dos dados.....	60
RESULTADOS	62

Clima e sazonalidade.....	62
Estrutura	63
Variáveis climáticas e sua influência na riqueza e abundância.....	64
Relações entre árvores e lianas.....	70
DISCUSSÃO.....	71
CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS.....	76
CONCLUSÃO GERAL	84
REFERÊNCIAS.....	86
ANEXO.....	90

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I - Estrutura e composição florística de duas comunidades de cerrado sensu stricto: revisitando a técnica de Gentry

Figura 1. Mapa do Estado de São Paulo apresentando a localização das comunidades de cerrado sensu stricto estudadas. A Fazenda São José da Conquista – FSJC está situada no município de Itirapina, SP e Área de Relevante Interesse Ecológico Gleba Cerrado Pé de Gigante – PDG no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.	22
Figura 2. Detalhe as áreas de estudo (A) Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP e (B) Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP e a técnica de amostragem utilizada para coleta dos dados nas duas comunidades de cerrado sensu stricto, representando a técnica de amostragem de Gentry (ver métodos para detalhes). Fonte: Google Earth.	24
Figura 3. Histograma de abundância apresentando o número de indivíduos por espécie amostrados em cerrado sensu stricto na Fazenda São José da Conquista) Itirapina, SP.	27
Figura 4. Distribuição dos indivíduos por classe de altura definidas conforme fórmula de Spiegel (1976), para todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado sensu stricto, na Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP.	30
Figura 5. Classes diamétricas definidas conforme fórmula de Spiegel (1976) de todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado sensu stricto, na Fazenda São José da Conquista, município de Itirapina/SP.	31
Figura 6. Curva de acumulação de espécies constando todas as espécies coletadas na Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP. A curva central em preto é a média do número de espécies. A área sombreada em cinza representa a variação do número de espécies de cada sub-parcela em relação à média. O boxplot representa a variação da média do número de espécies e o desvio padrão a partir de 1000 permutações.	31
Figura 7. Histograma de abundância apresentando o número de indivíduos por espécie amostrados em cerrado sensu stricto na Área de Relevante Interesse Ecológico Gleba Cerrado Pé de Gigante no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.	35
Figura 8. Distribuição dos indivíduos por classe de altura definidas conforme fórmula de Spiegel (1976), para todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado sensu stricto, na Área de Relevante Interesse Ecológico Gleba Cerrado Pé de Gigante, município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.	36

Figura 9. Classes diamétricas definidas conforme fórmula de Spiegel (1976) de todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado sensu stricto, Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.....	37
Figura 10. Curva de acumulação de espécies constando todas as espécies coletadas na Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. A curva central em preto é a média do número de espécies. A área sombreada em cinza representa a variação do número de espécies de cada sub-parcela em relação à média. O boxplot representa a variação da média do número de espécies e o desvio padrão a partir de 1000 permutações.....	37
Figura 11. Dendrograma elaborado agrupando as duas comunidades de cerrado sensu stricto utilizando método de agrupamento Ward e a distância de Bray Curtis. 1 a 10 = transectos da Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP; 11 a 20 = transectos Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP.....	39

Capítulo II - Sazonalidade climática conduzindo os padrões de variação da diversidade de espécies arbóreas e de lianas em comunidades vegetais situadas na região Neotropical

Figura 1. Mapa da região Neotropical com informação de precipitação total média anual (WorldClim) constando todas as áreas de estudo utilizadas no presente estudo.	57
Figura 2. Esquema representando a técnica de amostragem utilizada pelos autores para coleta dos dados em campo, seguindo técnica idealizada por Gentry (Phillips & Miller 2002).	58
Figura 3. Análise de Coordenadas Principais (ACoP) aplicada na matriz de dados climáticos para exploração dos dados e formação dos grupos de sazonalidade. Grupos de sazonalidade: Não-sazonal = 0 e 1 mês com precipitação < 60 mm; Sazonal = 2 a 5 meses consecutivos com precipitação < 60 mm; Super-sazonal = 6 a 8 meses com precipitação < 60 mm.	62
Figura 4. Resultado da ANOVA testando a diferença de precipitação total média anual entre os grupos de tratamento. As letras (A, B e C) representam o resultado do teste de Tukey (Zar 2010). Grupos de sazonalidade: Não-sazonal = 0 e 1 mês com precipitação < 60 mm; Sazonal = 2 a 5 meses consecutivos com precipitação < 60 mm; Super-sazonal = 6 a 8 meses com precipitação < 60 mm.	63
Figura 5. Boxplots apresentando a ANOVA e o teste post-hoc de Tukey (A e B) para verificar a diferença na riqueza e abundância de árvores e lianas entre os grupos de sazonalidade. Grupos de sazonalidade: Não-sazonal = 0 e 1 mês com precipitação < 60 mm; Sazonal = 2 a 5 meses	

consecutivos com precipitação < 60 mm; Super-sazonal = 6 a 8 meses com precipitação < 60 mm.....	65
Figura 6. Regressões lineares entre riqueza e abundância de lianas e árvores e contagem de meses secos (precipitação mensal < 60 mm) consecutivos.....	66
Figura 7. Regressões lineares entre riqueza e abundância de lianas e a precipitação total média anual (mm).	67
Figura 8. Regressões lineares entre riqueza e abundância de árvores e lianas e a temperatura mínima (°C).	68
Figura 9. Regressões lineares entre riqueza e abundância de árvores e lianas e a temperatura máxima (°C).	69
Figura 10. Regressões lineares para testar as relações entre riqueza e abundância de árvores e lianas.....	70

LISTA DE TABELAS

Capítulo I - Estrutura e composição florística de duas comunidades de cerrado sensu stricto: revisitando a técnica de Gentry

Tabela 1. Composição florística e parâmetros fitossociológicos de um cerrado sensu stricto na Fazenda São José da Conquista no município de Itirapina, SP, ordenados por Valor de Importância. NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância e; VC = valor de cobertura, HB = hábito de crescimento vegetal (A = estrato arbustivo-arbóreo e L = lianas).....	28
Tabela 2. Composição florística e parâmetros fitossociológicos de um cerrado sensu stricto na ARIE Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância e; VC = valor de cobertura; HB = hábito de crescimento vegetal (A = estrato arbustivo-arbóreo e L = lianas).	33
Tabela 3. Resultados estruturais das duas comunidades com fisionomia de cerrado sensu stricto amostradas na Fazenda São José da Conquista (FSJC), Itirapina, SP e na Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Cerrado Pé de Gigante (PDG), Santa Rita do Passa Quatro, SP. Área = áreas amostradas; H' = diversidade de Shannon-Wiener; Equit. = equitabilidade de Pielou.	38

Capítulo II - Sazonalidade climática conduzindo os padrões de variação da diversidade de espécies arbóreas e de lianas em comunidades vegetais situadas na região Neotropical

Tabela 1. Resultados das regressões lineares aplicadas entre riqueza e abundância de árvores e lianas e as variáveis climáticas. (* $p < 0,05$). Pma = precipitação total média anual, Tmáx = temperatura máxima, Tmín = temperatura mínima, Sazonalidade = comprimento da estação seca (meses consecutivos com precipitação inferior à 60 mm).	69
Tabela 2. Resultados das regressões lineares entre riqueza e abundância de árvores e lianas. (* $p < 0,05$)	71

INTRODUÇÃO GERAL

A biodiversidade é distribuída de forma heterogênea pelo planeta (Gaston 2000), apresentando locais com alta diversidade, e outros com baixa (Myers *et al.* 2000), variando o número de espécies que cada comunidade é capaz de sustentar. Uma das questões centrais da ecologia é entender como e por que os padrões de diversidade variam (Hawkins *et al.* 2003) e quais são os fatores primários (Brown 2014) e, ou, as variáveis bióticas e abióticas que interferem nesses padrões de variação da diversidade (Hawkins *et al.* 2003; Kreft & Jetz 2007).

Um dos padrões mais antigos e explorados de biodiversidade é o gradiente latitudinal de diversidade (Hawkins *et al.* 2007), o qual designa que os locais que resguardam maior número de espécies são aqueles situados mais próximos da latitude 0°, ou seja, que abrangem a região tropical. No entanto, a latitude não é o único gradiente que explica o número de espécies, e uma série de outros fatores podem influenciar esses padrões de distribuição da diversidade, como a precipitação, sazonalidade e temperatura (Gentry 1982a; Clinebell *et al.* 1995; Oliveira-Filho & Fontes 2000).

A região tropical como, por exemplo, a Floresta Atlântica brasileira, as florestas tropicais da Cordilheira dos Andes, norte de Borneo, Nova Guiné e a região do Chocó na Costa Rica (Kier *et al.* 2005) concentra as áreas com a maior diversidade de espécies de plantas vasculares do mundo (Mutke & Barthlott 2005). Ao mesmo tempo, encontramos nessa região os maiores desertos do mundo, como o Saara e o Atacama, que apresentam uma das menores taxas de diversidade de plantas vasculares juntamente com a regiões polares (Barthlott *et al.* 2005). Dentre as regiões com maior biodiversidade do planeta, está a região Neotropical (Gentry 1982a; Barthlott *et al.* 2005), que compreende países situados entre as latitudes 25° N e 25° S abrangendo as Américas Central e do Sul (Antonelli & Sanmartín 2011).

A região Neotropical possui uma ampla variedade de ambientes, proporcionando diferentes habitats, com grandes variações climáticas e diversidade de ambientes, apresentando,

em geral, altas temperaturas e precipitação, proporcionando alta produtividade líquida primária, que favorecem o aumento da biodiversidade de um número muito grande de *taxons*, sejam eles animais ou vegetais (Wright 1983; Hawkins *et al.* 2003). Dessa forma, é possível encontrar na literatura, muitos trabalhos desenvolvidos na região Neotropical, os quais evidenciam esse grande número de espécies vegetais que ocorrem nos Neotrópicos (Gentry 1982a, b, 1988, 1991; Clinebell *et al.* 1995; Oliveira-Filho & Fontes 2000; Schnitzer 2005; van der Heijden & Phillips 2008, 2009; Brown 2014).

As florestas neotropicais apresentam diferentes hábitos de crescimento vegetal que estruturam suas comunidades como, por exemplo, árvores, arbustos, ervas, palmeiras, epífitas e lianas, o que proporciona o acréscimo de *taxons* e, conseqüentemente, favorece o aumento da diversidade (Gentry 1982a, 1991). O Brasil é um dos poucos países que possuem dois *hotspots* (*sensu* Myers *et al.* 2000) de biodiversidade no mundo, a Floresta Atlântica e o Cerrado, abrigando alta diversidade e endemismo de plantas e animais (Mittermeier *et al.* 2005). Atualmente, estão listadas 32.086 espécies (18.421 endêmicas), 224 famílias, 2.740 gêneros (346 endêmicos) de angiospermas nativas, com seus respectivos nomes devidamente checados por especialistas, que ocorrem no Brasil (BGF 2015), evidenciando o grande número de plantas que ocorrem no país.

Estudos têm utilizado variáveis ambientais (Gentry 1982a; 1988, 1991; Clinebell *et al.* 1995; Hawkins *et al.* 2003; DeWalt *et al.* 2010), para explicar as variações que ocorrem no número de espécies vegetais por todo o planeta. Alguns padrões de variação são apresentados na literatura através de modelos para demonstrar a relação entre fatores bióticos e abióticos. Para áreas tropicais, um dos padrões conhecidos é o aumento no número de espécies vegetais em áreas com altas precipitações médias anuais (Gentry 1982a). Diferentes hábitos de crescimento vegetal podem ser afetados de forma distinta por variáveis climáticas como, por exemplo, o proposto por Schnitzer (2005), de que as lianas são mais abundantes em áreas com

menor precipitação média anual e em ambientes que apresentam maior comprimento da estação seca (sazonalidade).

Para estudar as comunidades vegetais, é necessário utilizar técnicas de amostragem, uma vez que realizar um senso de cada vegetação, ou amostragem completo, demandaria muito tempo, trabalho e alto custo de operacionalização, sendo impraticável. A literatura descreve a existência de diferentes técnicas de amostragem para estudos da composição florística e estrutura de comunidades vegetais (e.g. método de quadrantes, método de parcelas, método de Bitterlich, Prodan, ou das Seis Árvores) (Freitas & Magalhães 2012). A escolha de uma metodologia em detrimento à outra, depende da pergunta que se quer responder a partir do levantamento (Durigan 2003). Entretanto, tendo em vista a intensificação do ritmo do desmatamento, a escolha metodológica também é influenciada pela praticidade operacional, uma vez que entre os objetivos dos inventários está o acúmulo de conhecimento para o manejo e a preservação de remanescentes (Freitas & Magalhães 2012). Ademais, a padronização do método de amostragem facilita análises comparativas entre estudos (Phillips & Miller 2002). Nesse contexto, o botânico norte americano Alwyn Howard Gentry e colaboradores, inventariaram 226 áreas situadas na região tropical de forma sistematizada, utilizando uma mesma técnica de amostragem. Os dados desses levantamentos foram compilados e estão disponíveis no livro de Phillips & Miller (2002) e no site (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/gentry/transect.shtml>).

Em vista do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral aplicar a técnica de amostragem proposta por Gentry (1982a) em duas áreas com fisionomia de cerrado *sensu stricto* e, posteriormente, agregar áreas estudadas por esse pesquisador que estejam situadas na região Neotropical, para explorar as relações entre variáveis climáticas e a riqueza e abundância de árvores e lianas, buscando elucidar padrões de variação da diversidade dessas duas formas de crescimento vegetal nos Neotrópicos.

A dissertação está dividida em dois capítulos que foram redigidos em forma de artigos científicos. O capítulo 1 trata sobre um levantamento da composição florística e estrutural de duas comunidades vegetais com fisionomia de cerrado *sensu stricto* situadas no estado de São Paulo, aplicando o método de Gentry para coleta dos dados e verificando sua aplicabilidade em ambientes não florestais. O capítulo 2 trata principalmente da influência do comprimento da estação seca (sazonalidade) nos padrões de riqueza e abundância de espécies de árvores e trepadeiras lenhosas (lianas) em 124 áreas selecionadas do banco de dados de Gentry, mais duas áreas inéditas inventariadas no primeiro capítulo dessa dissertação, situadas na região Neotropical.

Através do primeiro capítulo, verificamos que a técnica de coleta de Gentry é eficiente para amostrar vegetações não florestais como o cerrado *sensu stricto*, capturando de forma acurada as variações na diversidade e estrutura de duas vegetações de cerrado estudadas, demonstrando ser eficiente na amostragem de diferentes formas de crescimento vegetal. No segundo capítulo, observamos que espécies lenhosas em comunidades vegetais situadas na região Neotropical, apresentam variação nos padrões de riqueza (número de espécies), que são diferentes entre espécies de árvores (estrato arbustivo-arbóreo) e lianas. As lianas são mais ricas em ambientes não sazonais e sazonais com curta duração da estação seca (de 2 a 4 meses consecutivos com precipitação ≤ 60 mm), possivelmente em função de seu eficiente sistema de transporte hídrico. Enquanto que as árvores apresentam maior número de espécies em ambientes sem sazonalidade e com altos índices de precipitação, sendo menos diversas em ambientes sazonais.

CONCLUSÃO GERAL

Nosso capítulo inicial demonstrou que o método de Gentry é eficiente para amostrar vegetações não florestais como o cerrado *sensu stricto*, permitindo coletar, de forma acurada, as variações na diversidade florística e estrutural das duas comunidades estudadas.

No segundo capítulo, verificamos que espécies lenhosas em comunidades vegetais situadas na região Neotropical, apresentam variação nos padrões de riqueza (número de espécies), que são iguais para espécies arbóreas (árvores e arbustos) e de lianas, onde quanto menor a disponibilidade de recursos, menor a riqueza. As variáveis climáticas mostraram maior relação com a riqueza de espécies de árvores e lianas do que com a abundância.

Para as árvores, concluímos que a ausência de sazonalidade na precipitação proporciona maior número de espécies do que ambientes com sazonalidade (≥ 2 meses consecutivos com precipitação inferior a 60 mm). Assim como as árvores, a riqueza de lianas é maior em locais que não apresentam sazonalidade na precipitação, no entanto, tendem a aumentar em ambientes com curtos períodos de estação seca (de 1 a 4 meses). As variáveis climáticas aqui testadas (precipitação total média anual, sazonalidade e temperatura mínima e máxima) não apresentaram relação significativa com a abundância de árvores e lianas, exceto para a fraca relação positiva entre temperatura máxima e abundância de lianas. A relação estrutural, ou de composição (riqueza de árvores vs riqueza de lianas), explicou melhor o aumento no número de espécies de lianas do que a respectiva relação de sua riqueza com variáveis climáticas.

Assim, concluímos que a riqueza de árvores e lianas é conduzida pela disponibilidade de recursos, sendo que ambientes que fornecem principalmente água de forma bem distribuída durante todo o ano, apresentarão maior riqueza de espécies lenhosas. Observamos que as lianas tendem a aumentar o número de espécies com o prolongamento da estação seca, atingindo seu limiar no quarto mês consecutivo com precipitação ≤ 60 mm, sendo que essa relação pode ser explicada por adaptações anatômicas e fisiológicas principalmente em seu sistema hídrico.

Considerando a carência de informações quantitativas e qualitativas sobre vegetações neotropicais, o acelerado processo de desmatamento e os poucos fragmentos e contínuos de vegetação que restaram, o método de Gentry pode ser uma ferramenta útil por proporcionar o acesso ao conhecimento dessas áreas de forma rápida e eficiente, permitindo gerar análises comparativas diretas com as áreas que foram estudadas por esse pesquisador e sua equipe. Nesse sentido, recomendamos a ampliação da área amostral, tendo em vista que as áreas situadas na região neotropical disponíveis no banco de dados de Gentry, estão localizadas principalmente na região andina, com déficit de estudos no Brasil, em especial na região central e litorânea.

Por fim, concluímos que o método de Gentry foi eficiente para amostrar vegetações não florestais, como o cerrado *sensu stricto*, sendo recomendado seu uso para acesso rápido ao conhecimento de composição e estrutura de comunidades vegetais lenhosas. Quanto à influência da sazonalidade nos padrões de variação da riqueza de espécies lenhosas na região neotropical, verificamos que ambientes não sazonais abrigam maior número de espécies, tanto arbóreas (árvores e arbustos), como de lianas, ressaltando que as lianas apresentaram tendência em aumentar a riqueza com o prolongamento da estação seca (1 a 4 meses). Entretanto, para entender melhor as relações entre lianas e árvores nas vegetações neotropicais, e o papel do clima na condução dos padrões de diversidade, é imperativo ampliar a amostragem de Gentry, especialmente ao longo da Mata Atlântica, no Cerrado, abrangendo a região central do Brasil, incluindo também as matas secas e Caatinga no triângulo da seca, esse conhecimento será fundamental para a conservação da biodiversidade nos Neotrópicos.

REFERÊNCIAS

Antonelli, A. & Sanmartín, I. 2011. Why are there so many plant species in the Neotropics? *Taxon*, vol. 60, p. 403-414.

Barthlott, W., Mutke, J., Rafiqpoor, D., Kier, G. & Kreft, H. 2005. Global centers of vascular plant diversity. *Nova Acta Leopoldina*, vol. 92, p. 61-83.

BFG – The Brazil Flora Group. 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. Compilado por: Daniela C. Zappi, Fabiana L. Ranzato Filardi, Paula Leitman, Vinícius C. Souza, Bruno M.T. Walter, José R. Pirani, Marli P. Morim, Luciano P. Queiroz, Taciana B. Cavalcanti, Vidal F. Mansano and Rafaela C. Forzza. *Rodriguésia*, vol. 66(4), p. 1085-1113.

Brown, J.H. 2014. Why are there so many species in the tropics? *Journal of Biogeography*, vol. 41, p. 8-22.

Clinebell, R.R., Phillips, O., Gentry, A.H., Stark, N. & Zuuring, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation*, vol. 4, p. 56-90.

DeWalt, S.J.; Schnitzer, S.A.; Chave, S.; Bongers, F.; Burnham, R.J... & Thomas, D. 2010. Annual Rainfall and Seasonality Pan-tropical Patterns of Liana Density and Basal Area. *Biotropica*, vol. 42(3), p. 309-317.

Durigan, G. 2003. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de cerrado. In: Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D. & Engel, V.L., p. 185-204.

Freitas, W.K. & Magalhães, L.M.S. 2012. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. *Floresta e Ambiente*, vol. 19, p. 520-540.

Gaston, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Insight review articles, Nature*, vol. 405, p. 220-227.

Gentry, A.H. 1982a. *Patterns of Neotropical Plant Species Diversity*. Springer US.

Gentry, A. H. 1982b. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 69(3), p. 557-593.

Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 75(1), p. 1-34.

Gentry, A. H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: *The biology of vines*. (eds Putz, F. E. & Mooney, H. A.), Cambridge University Press, Cambridge, p. 3-49.

Hawkins, B.A.; Field, R.; Cornell, H.V.; Currie, D.J.; Guegan, J.F.; Kaufman, D.M.; Kerr, J.T.; Mittelbach, G.G.; Oberdorff, T.; O'Brien, E.M.; Porter, E.E. & Turner, J.R.G. 2003. Energy,

water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, vol. 84(12), p. 3105-3117.

Hawkins, B. A.; Albuquerque, F. S.; Araujo, M. B.; Beck, J.; Bini, L. M.; Cabrero-Sanudo, F. J.; ... & Gomez, J. F. 2007. A global evaluation of metabolic theory as an explanation for terrestrial species richness gradients. *Ecology*, vol. 88(8), p. 1877-1888.

Mittermeier, R.A.; Gil P.R.; Hoffman, M.; Pilgrim J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J. & Fonseca, G.A.B. 2005. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Washington: Conservation International.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, vol. 403, p. 853-858.

Kier, G.; Mutke, J.; Dinerstein, E.; Ricketts, T.H.; Küper, W.; Kreft, H. & Barthlott, W. 2005. Global patterns of plant diversity and floristic knowledge. *Journal of Biogeography*, vol. 32. P. 1-10.

Kreft, H. & Jetz, W. 2007. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *PNAS*, vol. 104(14), p. 5925-5930.

Mutke, J. & Barthlott, W. 2005. Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Biologische Skrifter*. vol. 55, p. 521-531.

Oliveira-Filho, A. T., & Fontes, M. A. L. 2000. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate 1. *Biotropica*, vol. 32(4), p. 793-810.

Phillips, O. & Miller, J. S. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. Louis, MO: Missouri Botanical Press.

Schnitzer, S. A. 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist*. vol. 166, p. 262–276.

van der Heijden, G.M.F. & Phillips, O. 2008. What controls liana success in Neotropical forests? *Global Ecology and Biogeography*, 17, p. 372-383.

van der Heijden, G.M.F. & Phillips, O. 2009. Environmental effects on Neotropical liana species richness. *Journal of Biogeography*, 36, p. 1561-1572.

Wright, D.H. 1983. Species-energy theory: an extension of species-area theory. *Oikos*, vol. 41, p. 496-506.