

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.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

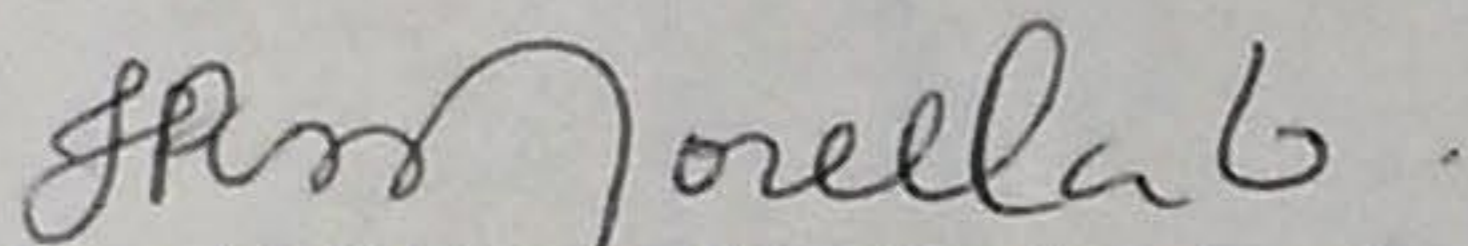
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: A influência da sazonalidade no padrão de riqueza e diversidade de comunidades vegetais lenhosas situadas na região Neotropical

AUTOR: RENAN BORGIANI

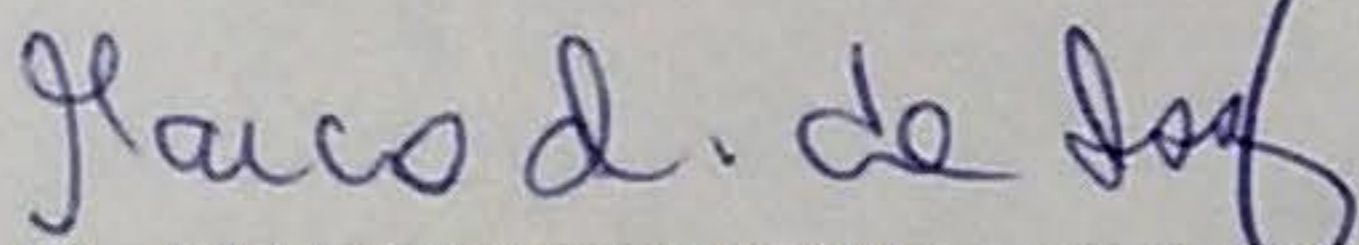
ORIENTADORA: LEONOR PATRICIA CERDEIRA MORELLATO

COORIENTADORA: MARIA TEREZA GROMBONE GUARATINI

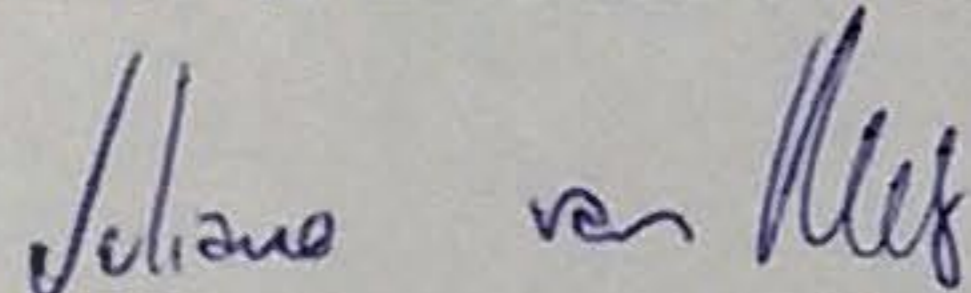
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



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 \geq 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 Rira 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.

Capítulo I

Estrutura e composição florística de duas comunidades de cerrado *sensu stricto*: revisitando o método de Gentry

RESUMO

Estudamos duas comunidades de cerrado *sensu stricto* no Estado de São Paulo: a primeira localizada no município de Itirapina (Fazenda São José da Conquista - FSJC) e a segunda em Santa Rita do Passa Quatro (Gleba Cerrado Pé de Gigante - PDG). Estabelecemos 10 transectos (2 x 50 metros) utilizando o método de Gentry e incluímos todos os indivíduos lenhosos com $DAP \geq 2,5$ cm. Na área da FSJC amostramos 549 indivíduos, distribuídos em 66 espécies, 42 gêneros e 31 famílias. Na área da PDG, amostramos 583 indivíduos, de 64 espécies, 46 gêneros e 25 famílias. As três famílias mais ricas em FSJC e PDG coincidiram para as duas áreas: Fabaceae, Malpighiaceae e Myrtaceae. A inclusão de lianas colaborou com o aumento da riqueza (FSJC – 16%; PDG – 28%), demonstrando sua importância para a composição florística e estrutural do Cerrado. O método de Gentry permitiu amostrar satisfatoriamente a estrutura e composição florística em áreas de cerrado *sensu stricto*, incluindo diferentes formas de crescimento vegetal (árvores, arbustos e lianas) com praticidade operacional.

Palavras-chave: fitossociologia; riqueza; árvores; lianas.

ABSTRACT

We study two communities of cerrado *sensu stricto* in the State of São Paulo: the first located in the municipality of Itirapina (Fazenda São José da Conquista-FSJC) and the second in Santa Rita do Passa Quatro (Gleba Pé de Gigante Cerrado-PDG). We have established 10 transects (2 x 50 m) using the Gentry's method and include all woody individuals with $DAP \geq 2.5$ cm. In the area of FSJC we sampled 549 individuals, distributed in 42 genera and 66 species, 31

families. In PDG, we sampled 583 individuals, 64 species, 46 genera and 25 families. The three richest families at FSJC and PDG coincided to the two areas: Fabaceae and Malpighiaceae, Myrtaceae. The inclusion of lianas collaborated with the increase of richness (FSJC-16%; PDG-28%), demonstrating your importance to the floristic composition and structure of the Cerrado. The Gentry's method allowed to sample satisfactorily the structure and floristic composition in areas of cerrado *sensu stricto*, including different plant growth habit.

Key-words: phytosociology; richness; trees; lianas.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos centros de maior diversidade botânica do planeta (Myers *et al.* 2000) com mais de 32 mil espécies de plantas angiospérmicas descritas (BFG 2015). Esse alto número de espécies se deve, além de sua localização na zona tropical, à ampla heterogeneidade ambiental, climática e uma rica composição de solos encontrados no país (Leitão Filho 1987). O Cerrado (Batalha 2011) é o segundo maior domínio fitogeográfico do Brasil (atrás em extensão territorial apenas da Floresta Amazônica), ocupando cerca de 2 milhões de km² (24% da área total do Brasil), principalmente na região central do país (Bustamante *et al.* 2012). Estão incluídos nesse domínio, áreas de floresta ripária, florestas decíduas e semidecíduas que crescem sobre solos mais férteis e úmidos, campos úmidos e campos rupestres (Durigan & Ratter 2006).

O cerrado é considerado a savana tropical mais rica em espécies vegetais do mundo (Durigan *et al.* 2003; Durigan & Ratter 2016), com 12.097 espécies catalogadas (BFG 2015), representando 37,70% de todas as espécies de angiospermas incorporadas nas coleções de herbários no Brasil (BFG 2015). Devido ao alto nível de endemismo e à rápida redução de área, o Cerrado é considerado um dos 34 *hotspots* (*sensu* Myers *et al.* 2000) de biodiversidade (Mittermeier *et al.* 2005). O clima é, predominantemente, quente e seco, sendo descrito como

sazonal úmido, onde cerca de 90% da precipitação anual ocorre durante a estação chuvosa nos meses de outubro a abril e a estação seca dura de 4 a 7 meses (Bustamante *et al.* 2012). A precipitação média anual varia entre 800 e 2000 mm, temperatura média oscila entre 18° e 28 °C, sendo recoberto por uma vegetação que cresce sobre solo bem drenado, de pH ácido e com altas concentrações de alumínio e baixa resiliência à alagamentos (Ratter *et al.* 1997).

A vegetação do cerrado é predominantemente xeromórfica e pirofítica, apresentando um gradiente de formas estruturais ou fisionomias (Durigan & Ratter 2006). As fisionomias do cerrado são denominadas de: I. campo limpo: ambientes campestres, sem árvores e arbustos; II. campo sujo: vegetação predominante campestre com arbustos e pequenas árvores; III. cerrado *sensu stricto*: vegetações dominadas por árvores e arbustos com dossel descontínuo, onde ainda persiste uma cobertura herbácea; IV. cerradão: vegetação dominada por árvores acompanhadas de reduzidos estratos herbáceos (Coutinho 1978).

As áreas ocupadas pelo Cerrado foram intensamente submetidas às pressões da agricultura e da pecuária, situação agravada pelo Decreto Federal Nº 750 de preservação florestal (Brasil 1993) que não incluiu áreas de cerrado ou cerrado ecotonal (vegetação de porte florestal) (Durigan & Rater 2006). Entretanto, em função do intenso desmatamento, o Decreto Federal Nº 6660 (Brasil 2008) corrigiu este impasse, assegurando a proteção de áreas de savana e savana-estépica. Baseado nesse histórico de ausência de preservação e consequente degradação, torna-se eminente a adoção de programas de conservação que visem a preservação e manutenção da pouca área que restou do Cerrado (Pivello 2011). Os programas de conservação transformariam um iminente e irreversível episódio de extinção de proporções globais, em uma contribuição aos objetivos nacionais e internacionais de salvaguardar a biodiversidade (Strassburger *et al.* 2016, 2017). Para isso é necessário conhecer a estrutura e composição florística do Cerrado, considerando as suas formas de vida predominantes.

A literatura descreve diferentes técnicas de amostragem para o estudo 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 um método em detrimento à outro, depende da pergunta que se quer responder a partir do levantamento proposto (Durigan *et al.* 2003). Entretanto, tendo em vista a intensificação do ritmo do desmatamento, a escolha metodológica também deve levar em conta a praticidade operacional, uma vez que entre os objetivos dos inventários está o rápido acúmulo de conhecimento para o manejo e a preservação de remanescentes (Freitas & Magalhães 2012). Ademais, a padronização do método de amostragem facilitaria as análises comparativas entre estudos (Phillips & Miller 2002) e a definição de grupos ou fisionomias de vegetação.

O botânico norte americano Alwyn Howard Gentry e seus colaboradores realizaram intenso levantamento da flora da região tropical, totalizando 226 áreas, nas quais coletaram de forma intensiva e sistemática diferentes fisionomias florestais, utilizando sempre o mesmo método de amostragem, denominado de “transectos 0,1 ha de Gentry” (Gentry 1982; Phillips & Miller 2002). O método permite amostrar diferentes formas lenhosas de crescimento vegetal (árvores, arbustos e lianas), o que proporciona um acréscimo na diversidade quando comparada aos métodos convencionais que, em geral, focam apenas uma forma de vida, tendo em vista, por exemplo, que as lianas representam, em média, 25% da riqueza de espécies lenhosas na região Neotropical (Gentry 1982, 1988, 1991; Schnitzer 2005). Esse método ainda permite a coleta de dados estruturais, mensurando diâmetro e altura dos indivíduos. Segundo Phillips *et al.* (2003), o método proposto por Gentry (1982), de agora em diante, método de Gentry, além de rápido, consegue amostrar maior quantidade de informação florística, sendo extremamente vantajoso quando o intuito da pesquisa não é fazer inventários extensos de longo tempo. Todos os levantamentos realizados por Gentry e colaboradores foram compilados em um banco de

dados e estão disponíveis no livro de Phillips & Miller (2002) e no site *Missouri Botanical Garden* (www.mobot.org/MOBOT/research/gentry/transect.shtml).

O presente trabalho busca estudar a composição florística e estrutural de duas comunidades de cerrado *sensu stricto* no estado de São Paulo, utilizando o método de Gentry em fisionomia de Cerrado, o qual fora usualmente aplicado em florestas (Phillips & Miller 2002). Nossos objetivos são descrever e comparar a vegetação dessas duas áreas quanto a estrutura, florística e contribuição relativa de árvores e lianas lenhosas, e avaliar a aplicabilidade e eficiência do método de Gentry para vegetações não florestais como as ocorrentes no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O trabalho foi desenvolvido em duas comunidades de cerrado *sensu stricto*, situadas no interior do estado de São Paulo (Fig. 1). O primeiro local é uma propriedade particular no município de Itirapina, antiga Fazenda São José da Conquista (FSJC) e, o segundo, em Santa Rita do Passa Quatro, dentro da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), gleba Cerrado Pé de Gigante (PDG), administrada pelo Parque Estadual de Vassununga (Brasil 1990). A FSJC localiza-se na Rodovia Ayrton Senna, km 08 (20°10'31.41"S; 47°52'26.13"O), e apresenta aproximadamente 260 ha de vegetação natural, situada a 670 metros de altitude. O clima, segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.* 2013), é do tipo Cwa (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), apresentando cinco meses consecutivos com precipitação inferior à 60 mm, sendo considerado um ambiente com sazonalidade climática. A estação fria e seca ocorre de abril a setembro e a quente e úmida de outubro a março, com pluviosidade média anual de 1524 mm e temperatura média anual de 20,7 °C (Camargo *et al.* 2011; Reys *et al.* 2013). A ARIE Cerrado Pé de Gigante localiza-se na Rodovia Anhanguera, SP-330, entre Km 254 e 258 (21°36'38"S; 47°36'39"O) e apresenta 1060 ha de vegetação natural, situada

entre 590 a 740 m de altitude (Batalha & Mantovani 2001). O clima é do tipo Cwa de Köppen (Alvares *et al.* 2013), apresentando os mesmos cinco meses consecutivos com precipitação inferior à 60 mm assim como na FSJC. A PDG apresenta precipitação média anual de 1461 mm e temperatura média anual de 21,5 °C (Batalha & Mantovani 2001). Esta área é administrada pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, através do Parque Estadual de Vassununga (São Paulo 1970).

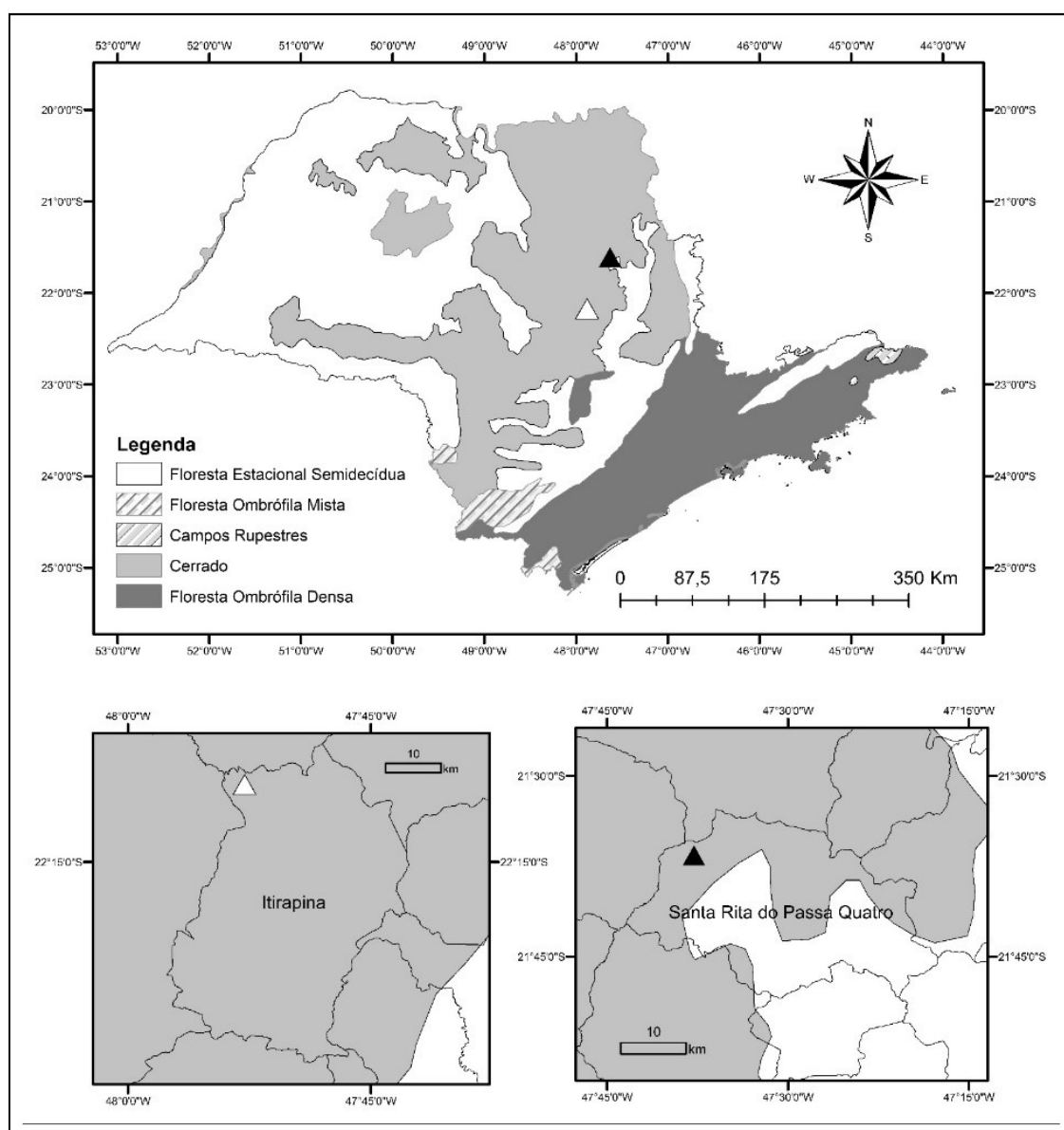


Figura 1. Mapa do Estado de São Paulo apresentando a localização das comunidades de cerrado *sensu stricto* estudadas. A Fazenda São José da Conquista – FSJC está situada no município de Itirapina, SP e Área de Relevante Interesse Ecológico Gleba Cerrado Pé de Gigante – PDG no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP. Fonte: Nereus, USP (<http://www.usp.br/nereus/?dados=brasil>).

Coleta dos dados

As coletas foram realizadas no ano de 2015 na FSJC e em 2016 em PDG. Realizamos duas viagens de campo com duração de cinco dias em cada área para marcar os indivíduos e efetuar as coletas. Outras viagens foram realizadas posteriormente para aprimorar as coletas e identificações.

Para amostragem das duas áreas utilizamos o método idealizado por Alwyn Howard Gentry (1982; Phillips & Miller 2002) denominado de “transectos 0.1 ha de Gentry”, o qual consiste no estabelecimento de dez transecções com dimensões de 50 m de comprimento por 2 m de largura, distantes 20 m um do outro. Os transectos são fixados seguindo mesma orientação cardinal, de forma que todos sejam alocados alternadamente dentro de uma linha (forma de um cinturão), como pode ser observado na Fig. 2. Para fixação dos transectos utilizamos uma fita métrica de 50 metros e, com auxílio de uma bússola, os implantamos seguindo a mesma orientação cardinal, incluindo na amostragem todos os indivíduos lenhosos que estivessem enraizados dentro do perímetro delimitado (um metro para cada lado da fita). Ao término da implantação de cada transecto, mensuramos um metro para esquerda e, no próximo, um para direita, e assim sucessivamente até a implantação total dos dez transectos, de modo que ficassem dispostos alternadamente. Incluímos todos os indivíduos lenhosos com DAP ≥ 2.5 cm, o que permitiu amostrarmos diferentes formas de crescimento vegetal (e.g. árvores, arbustos, arvoretas e lianas lenhosas).

Quando não identificados em campo, os indivíduos foram coletados, prensados e secos conforme recomendação de Fidalgo & Bononi (1984), sendo registradas em fichas de campo a forma de vida, altura (exceto lianas), DAP e identificação botânica de cada indivíduo. Exsiccatas dos indivíduos que estavam em estado reprodutivo, foram incorporadas a coleção do Herbarium Rioclarense (HRCB) do Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

A identificação botânica foi realizada com base em literatura especializada, consulta a especialistas e por comparações com exsicatas do HRCB e outros herbários que têm sua coleção disponibilizada *online* através do site *Species Link* (CRIA - Centro de Referência de Informação Ambiental). Para classificação das angiospermas utilizamos *Angiosperm Phylogeny Group – APG IV* (2016) e a consulta nomenclatural de espécies nativas e suas respectivas sinônimas botânicas foram realizadas no site Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020 em construção).

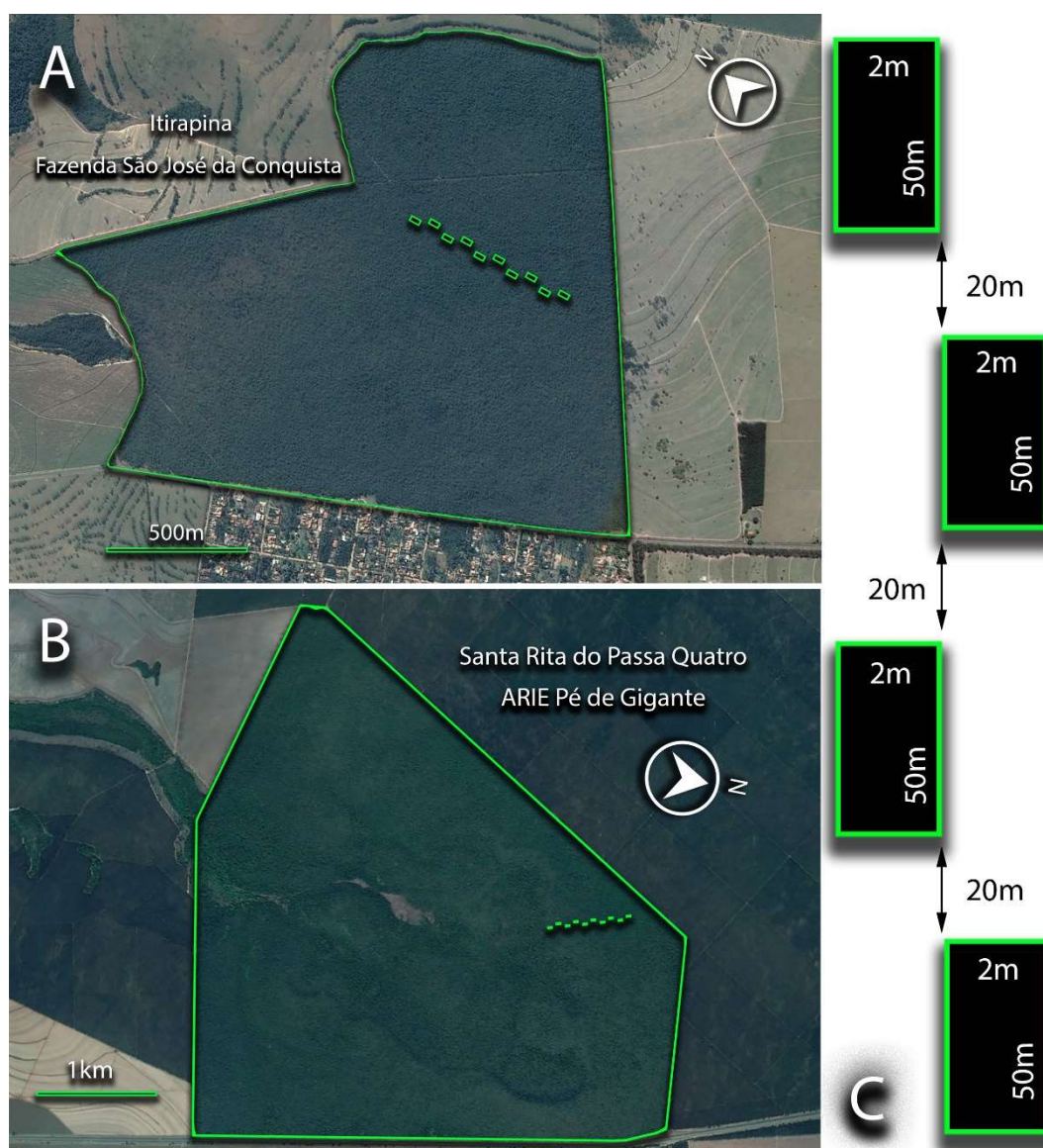


Figura 2. Detalhe as áreas de estudo (A) Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP e (B) Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP e (C) Método de Gentry utilizado para amostragem das áreas de estudo. Fonte: Google Earth.

Análise dos dados

As análises foram realizadas com base nos parâmetros estruturais (densidade, frequência e dominância relativas, área basal, riqueza, valor de cobertura e de importância) para espécies e famílias conforme descrito na literatura (Muller-Dombois & Elleberg 1974), através do *software* Fitopac 2.1 (Shepherd 2009), onde também foram calculados a equitabilidade de Piellou e a diversidade de Shannon-Wiener.

Para verificar a similaridade da composição florística entre as duas áreas de estudo elaboramos uma matriz de abundância, constando nas linhas as comunidades estudadas e nas colunas as espécies amostradas, normalizadas com *Hellinger* como recomendado por Legendre & Gallagher (2001). As espécies identificadas até gênero, bem como os morfotipos, foram eliminadas da matriz para aplicação da análise de similaridade. Utilizamos o método de agrupamento hierárquico com o algoritmo corrigido de Ward (Ward 1963) com o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis, no Programa R (R Core Team 2017), gerando um dendrograma para avaliar a distância na composição florística entre as comunidades e seus respectivos agrupamentos, sendo mais similares quando menos distantes entre si.

Elaboramos histogramas de frequência para registrar as classes de diâmetro e altura dos arbustos e árvores das duas áreas de estudo. Para criação dessas classes, utilizamos a fórmula proposta por Spiegel (1976), como recomendado por Felfili & Silva Júnior (1988). Essa fórmula é dada por: $IC = A/nc$, onde “nc” representa o número de classes e é dado por “ $nc = 1 + 3,3 \log(n)$ ” e “A” é a amplitude. Uma curva de acumulação de espécies foi elaborada para as duas áreas utilizando o método *random* com 10000 permutações do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2017) no Programa R (R Core Team 2017).

RESULTADOS

Composição florística e estrutura

Fazenda São José da Conquista (FSJC)

Foram amostrados 549 indivíduos, pertencentes a 66 espécies, 42 gêneros e 31 famílias. As famílias mais ricas foram Fabaceae (doze espécies), Malpighiaceae e Myrtaceae (seis), Melastomataceae (quatro), Annonaceae, Vochysiaceae, Sapindaceae, Sapotaceae e Bignoniaceae (com três espécies cada) e Lauraceae (duas). Tais famílias juntas constituíram 68,2% do total de espécies coletadas nessa área. Registramos alta taxa de famílias monoespecíficas (67,74%). Dentre as lianas, destacamos a família Malpighiaceae, por apresentar quatro espécies (*Banisteriopsis campestris*, *B. argyrophylla*, *B. adenopoda*, *B. stellaris*), Sapindaceae três (*Serjania lethalis*, *S. reticulata* e *Serjania* sp.) e Bignoniaceae, que das três espécies amostradas, duas eram lianas (*Amphilophium elongatum* e *Callichlamys latifolia*).

As famílias com maior valor de importância foram: Fabaceae (45,87), Vochysiaceae (16,93), Myristicaceae (15,87), Lauraceae (15,37), Sapindaceae (14,96), Sapotaceae (13,42), Melastomataceae (12,43), Annonaceae (10,14), Malpighiaceae (9,65) e Myrtaceae (6,59). As famílias encontradas com maiores abundâncias, em ordem decrescente foram: Melastomataceae (75 indivíduos), Annonaceae (70), Myrtaceae (68), Fabaceae (43), Sapindaceae (40), Myristicaceae (35), Lauraceae (29), Malpighiaceae (29), Siparunaceae (26) e Rubiaceae (23), e representaram 79,78% do total de indivíduos amostrados.

As espécies mais importantes (VI) foram *Anadenanthera peregrina* (36,06), *Xylopia aromatica* (24,52), *Miconia rubiginosa* (19,76), *Virola sebifera* (15,13), *Myrcia splendens* (14,86), *Qualea grandiflora* (14,17), *Serjania lethalis* (12,68), *Ocotea pulchella* (12,57), *Miconia albicans* (10,07) e *Byrsonima intermedia* (9,81). Essas dez espécies juntas possuem 324 indivíduos, representando 59,01% do total amostrado. Dentre as dez espécies mais

importantes (VI), observamos que, com exceção de *Serjania lethalis* (12,68), todas pertencem ao estrato arbustivo-arbóreo. Quanto ao valor de cobertura, as espécies pouco se alteraram em relação ao VI: *A. peregrina* (31,3), *X. aromatica* (19,8), *M. rubiginosa* (15), *V. sebifera* (13,2), *M. splendens* (10,6), *Q. grandiflora* (10,4), *O. pulchella* (8,32), *S. lethalis* (7,96), *Pouteria torta* (7,95) e *M. albicans* (6,77). Do total de espécies registradas, 55 (83,33%) pertencem ao estrato arbustivo-arbóreo e 11 (16,66%) eram lianas.

Em relação ao número de indivíduos (abundância), as espécies que se destacaram foram *Xylopia aromatica* (65), *Miconia rubiginosa* (42), *Myrcia splendens* (38), *Serjania lethalis* (38), *Virola sebifera* (35), *Miconia albicans* (28), *Ocotea pulchella* (27), *Siparuna guianensis* (26), *Amaioua guianensis* (23) e *Anadenanthera peregrina* (22). Dentre as espécies mais abundantes *S. lethalis* se destacou entre as lianas ocupando a quarta posição com 38 indivíduos, bem como as espécies *Amphilophium elongatum* (13) e *Strychnos nigricans* (7), evidenciando a importância das lianas para a estrutura do estrato lenhoso. A distribuição de abundância por espécie seguiu padrão de distribuição no formato de “J” invertido com poucas espécies possuindo muitos indivíduos e muitas espécies com poucos indivíduos (Fig. 3). Dos 549 indivíduos amostrados, 475 (86,52%) são do estrato arbustivo-arbóreo (árvores – 454 e arbustos - 21) e 74 indivíduos (13,48%) são lianas.

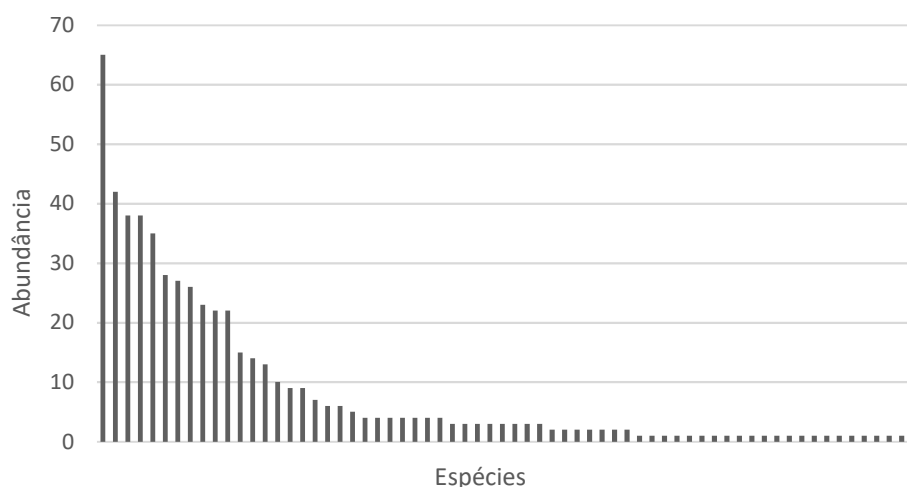


Figura 3. Histograma de abundância apresentando o número de indivíduos por espécie amostrados em cerrado *sensu stricto* na Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP.

No parâmetro frequência relativa, observamos praticamente a mesma ordenação das espécies encontradas na distribuição de abundância, *A. peregrina* (4,72), *X. aromatica* (4,72), *M. rubiginosa* (4,72), *S. lethalis* (4,72), *M. splendens* (4,25), *O. pulchella* (4,25), *Q. grandiflora* (3,77), *S. guianensis* (3,77), *M. albicans* (3,30) e *B. intermedia* (3,30). Quanto à dominância relativa, encontramos as espécies *A. peregrina* (27,3), *X. aromatica* (7,97), *Q. grandiflora* (7,84), *M. rubiginosa* (7,39), *V. sebifera* (6,87), *P. torta* (6,86), *B. intermedia* (3,78), *M. splendens* (3,69), *O. pulchella* (3,4), *A. elongatum* (1,98), com os maiores valores.

Tabela 1. Composição florística e parâmetros fitossociológicos de um cerrado *sensu stricto* na Fazenda São José da Conquista, município de Itirapina, SP, ordenados por Valor de Importância. EC = espécie compartilhada com PDG; HB = hábito (A = árvore e arbusto e L = lianas); NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância e; VC = valor de cobertura.

Espécies	EC	HB	NI	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	*	A	22	4,01	4,72	27,33	31,34	36,06
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	*	A	65	11,84	4,72	7,97	19,81	24,52
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	*	A	42	7,65	4,72	7,39	15,04	19,76
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	*	A	35	6,38	1,89	6,87	13,24	15,13
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	*	A	38	6,92	4,25	3,69	10,62	14,86
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	*	A	14	2,55	3,77	7,84	10,39	14,17
<i>Serjania lethalis</i> A.St.-Hil		L	38	6,92	4,72	1,04	7,96	12,68
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	*	A	27	4,92	4,25	3,40	8,32	12,57
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	*	A	28	5,10	3,30	1,67	6,77	10,07
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.		A	15	2,73	3,30	3,78	6,51	9,81
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	*	A	26	4,74	3,77	0,83	5,56	9,34
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	*	A	6	1,09	0,94	6,86	7,95	8,90
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	*	A	22	4,01	3,30	1,52	5,53	8,83
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	*	A	23	4,19	3,30	1,22	5,41	8,71
<i>Amphilophium elongatum</i> (Vahl) L.G.Lohmann	*	L	13	2,37	3,30	1,98	4,35	7,65
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell		A	10	1,82	3,30	1,13	2,95	6,25
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze		A	9	1,64	2,83	1,02	2,66	5,49
<i>Roupala montana</i> Aubl.	*	A	9	1,64	2,36	1,06	2,70	5,05
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	*	A	4	0,73	1,89	1,01	1,74	3,62
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	*	A	3	0,55	0,94	1,93	2,48	3,42
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	*	A	6	1,09	1,42	0,67	1,76	3,17
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	*	A	2	0,36	0,94	1,76	2,12	3,07

Continuação da Tabela 1.

<i>Miconia stenostachya</i> DC	A	4	0,73	1,42	0,66	1,39	2,81	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	*	A	4	0,73	1,42	0,57	1,30	2,71
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	*	A	5	0,91	0,94	0,51	1,43	2,37
<i>Strychnos nigricans</i> Progel	*	L	7	1,28	0,94	0,14	1,41	2,36
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates		L	3	0,55	1,42	0,31	0,85	2,27
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little		L	4	0,73	1,42	0,03	0,76	2,17
<i>Myrcia venulosa</i> DC. DC.		A	3	0,55	1,42	0,18	0,73	2,15
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi.		A	3	0,55	1,42	0,06	0,61	2,03
<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	*	A	3	0,55	0,94	0,52	1,07	2,01
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.		A	4	0,73	0,94	0,22	0,95	1,89
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	*	A	4	0,73	0,94	0,20	0,93	1,88
<i>Diospyros hispida</i> A.DC		A	3	0,55	0,94	0,35	0,90	1,84
<i>Myrcia bella</i> Cambess.	*	A	3	0,55	0,94	0,16	0,71	1,65
<i>Machaerium angustifolium</i> Vogel		A	3	0,55	0,94	0,12	0,67	1,61
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.		A	2	0,36	0,94	0,11	0,48	1,42
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.		A	4	0,73	0,47	0,20	0,93	1,40
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel		A	2	0,36	0,94	0,07	0,44	1,38
<i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A.Juss.) B.Gates		L	2	0,36	0,94	0,03	0,40	1,34
<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K.Schum.		L	2	0,36	0,94	0,01	0,37	1,31
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.		A	1	0,18	0,47	0,64	0,82	1,29
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltdl.	*	A	1	0,18	0,47	0,52	0,70	1,17
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez		A	2	0,36	0,47	0,10	0,47	0,94
<i>Erythroxylum ambiguum</i> Peyr.		A	1	0,18	0,47	0,27	0,46	0,93
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	*	A	2	0,36	0,47	0,08	0,45	0,92
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker		A	1	0,18	0,47	0,24	0,42	0,89
<i>Miconia</i> sp		A	1	0,18	0,47	0,23	0,42	0,89
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl.		A	1	0,18	0,47	0,18	0,36	0,83
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.		A	1	0,18	0,47	0,18	0,36	0,83
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.		A	1	0,18	0,47	0,18	0,36	0,83
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	*	A	1	0,18	0,47	0,17	0,35	0,83
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos		A	1	0,18	0,47	0,16	0,34	0,81
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.		A	1	0,18	0,47	0,11	0,29	0,76
sp1		A	1	0,18	0,47	0,10	0,28	0,75
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	*	A	1	0,18	0,47	0,08	0,26	0,73
<i>Annona coriacea</i> Mart.		A	1	0,18	0,47	0,06	0,24	0,71
<i>Solanum gnaphalocarpon</i> Vell.		A	1	0,18	0,47	0,05	0,23	0,70
<i>Serjania</i> sp		L	1	0,18	0,47	0,05	0,23	0,70
<i>Machaerium</i> sp		A	1	0,18	0,47	0,04	0,22	0,69
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	*	A	1	0,18	0,47	0,04	0,22	0,69
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St. Hil		L	1	0,18	0,47	0,03	0,21	0,69
<i>Myrcia</i> sp		A	1	0,18	0,47	0,03	0,21	0,68
<i>Banisteriopsis adenopoda</i> (A.Juss.) B.Gates		L	1	0,18	0,47	0,02	0,20	0,67
<i>Serjania reticulata</i> Cambess		L	1	0,18	0,47	0,00	0,19	0,66
<i>Securidaca rivinifolia</i> A.St.-Hil. & Moq		L	1	0,18	0,47	0,00	0,19	0,66

A FSCJ apresentou área basal total de 2,643 m², densidade de 0,549 indivíduos/m², diâmetro (médio de 5,97 cm, máximo 37,58 e mínimo 2,5 cm) altura (média 4,7 m, máxima 10 m e mínima de 1,5 m), índice de Shannon-Wiener (H') de 3,401 e equitabilidade de Piellou de 0,812 (Tab. 3). A classe de altura com maior porcentagem de indivíduos foi 2,37 a 3,23 m (26 %), seguida de 3,24 a 4,10 m (20 %) e com 16% as classes 1,5 a 2,36 m e 4,58 a 5,84 m (Fig. 4). Para as classes de diâmetro, as proporções de indivíduos por classe foram: 2,50 a 7,14 mm (74 %), 7,24 a 11,97 mm (16 %) e 11,98 a 17,01 mm (4 %) (Fig. 5). A curva de acumulação de espécies tende a atingir uma assíntota e a variação reduziu a partir do oitavo transecto (Fig. 6).

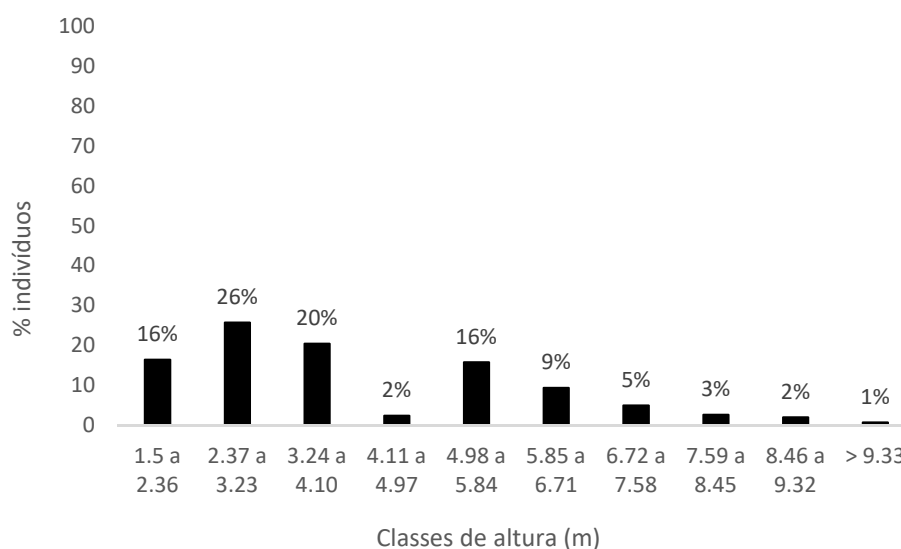


Figura 4. Distribuição dos indivíduos por classe de altura definidas conforme fórmula de Spiegel (1976), para todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado *sensu stricto*, na Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP

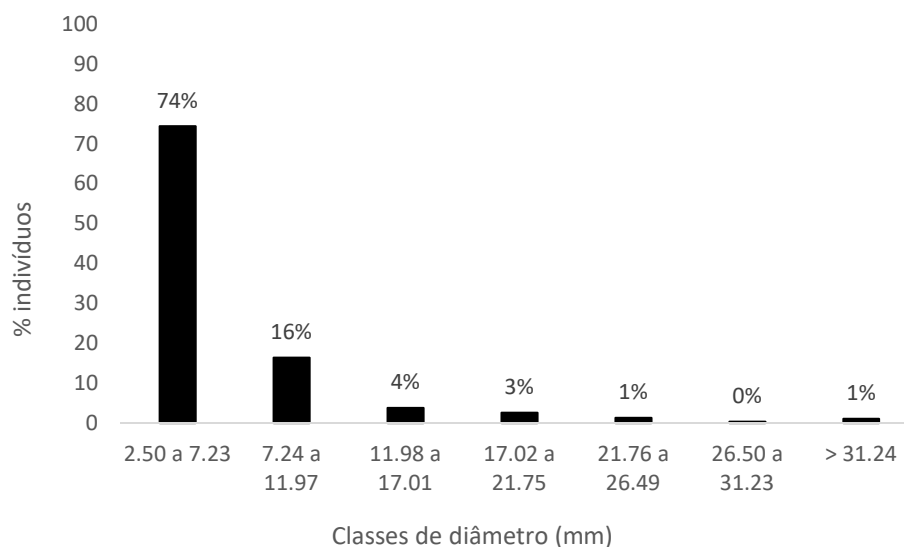


Figura 5. Classes diamétricas definidas conforme fórmula de Spiegel (1976) de todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado *sensu stricto*, na Fazenda São José da Conquista, município de Itirapina/SP.

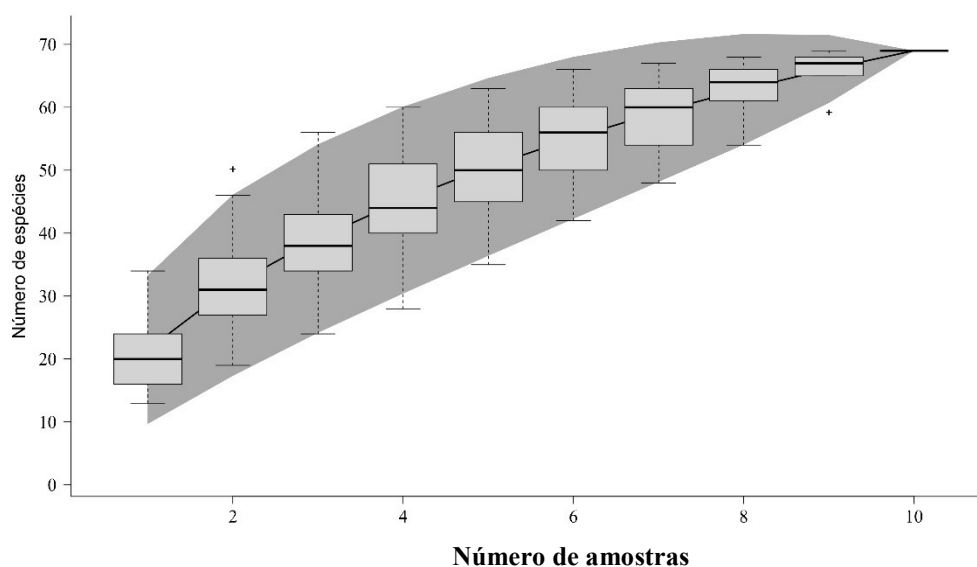


Figura 6. Curva de acumulação de espécies constando todas as espécies coletadas na Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP em função do número de amostras (transectos). A curva central em preto é a média do número de espécies. O *boxplot* representa a variação da média do número de espécies e o desvio padrão a partir de 1000 permutações.

ARIE Cerrado Gleba Pé de Gigante (PDG)

Foram amostrados 583 indivíduos pertencentes a 64 espécies, 46 gêneros e 25 famílias. As famílias mais ricas (número de espécies) foram: Fabaceae (14 espécies), Malpighiaceae (sete), Myrtaceae e Bignoniaceae (seis), Vochysiaceae (cinco), Sapindaceae (três),

Annonaceae, Sapotaceae, Melastomataceae e Chrysobalanaceae (duas). Tais famílias juntas constituem 76,56% do total de espécies coletadas nessa área. Observamos alta taxa de famílias monoespecíficas (60%). Dentre as lianas, destacamos a família Bignoniaceae com sete espécies (*Amphilophium elongatum*, *Dolichandra unguis-cati*, *Fridericia craterophora*, *F. formosa*, *Pyrostegia venusta*, *Stizophyllum perforatum*), Malpighiaceae com cinco (*Banisteriopsis oxyclada*, *Diplopterys pubipetala*, *Heteropterys byrsonimifolia*, *Niedenzuella poeppigiana* e uma indeterminada “sp.3”) e Sapindaceae com três (*Serjania regnelli*, *Serjania* sp. e “sp.4”).

As famílias com os maiores valores de importância foram: Fabaceae (101,73), Myrtaceae (37,79), Annonaceae (30,71), Sapotaceae (16,66), Lauraceae (14,35), Bignoniaceae (14), Loganiaceae (11,14), Vochysiaceae (10,95), Malpighiaceae (10,42) e Melastomataceae (10,15). Já as famílias com maiores abundâncias foram: Fabaceae (182 indivíduos), Myrtaceae (104), Annonaceae (81), Lauraceae (36), Loganiaceae (35), Bignoniaceae (24), Sapotaceae (22), Malpighiaceae (18), Vochysiaceae (17) e Melastomataceae (15), totalizando 534 indivíduos, o que representa 91,60% dos indivíduos amostrados.

As espécies mais importantes (VI) de PDG foram *Copaifera langsdorffii* (32,67), *Pterodon pubescens* (29,84), *Xylopia aromatica* (26,78), *Myrcia guianensis* (25,53), *Diptychandra aurantiaca* (19,37), *Anadenanthera peregrina* (16,97), *Ocotea pulchella* (12,54), *Pouteria ramiflora* (12,15), *Myrcia bella* (11,57) e *Strychnos nigricans* (9,33) (Tab. 2). Tais espécies juntas constituem 411 indivíduos, representando 70,50% do total amostrado. As dez espécies mais importantes pertencem ao estrato arbustivo-arbóreo, com exceção de *Strychnos nigricans* que é uma liana, destacando também outras duas espécies desse hábito como *Amphilophium elongatum* (6,69) e *Fridericia formosa* (3,49). Quanto ao valor de cobertura (VC), a ordenação das espécies foi similar ao do VI: *C. langsdorffii* (28,03), *P. pubescens* (24,69), *X. aromatica* (21,63), *M. guianensis* (20,37), *D. aurantiaca* (14,21), *A. peregrina* (12,85), *O. pulchella* (9,97), *M. bella* (7,45), *P. ramiflora* (6,99), e *S. nigricans* (6,75). Do total

de espécies registradas, 46 (71,87%) pertencem ao estrato arbóreo-arbustivo e 18 (28,12%) são lianas.

Tabela 2. Composição florística e parâmetros fitossociológicos de um cerrado sensu stricto na ARIE Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. EC = espécies compartilhadas com FSJC; HB = hábito (A = estrato arbustivo-arbóreo e L = lianas); NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância e; VC = valor de cobertura.

Espécies	EC	HB	NI	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	*	A	46	7,89	4,64	20,14	28,03	32,67
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.		A	26	4,46	5,15	20,23	24,69	29,84
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	*	A	80	13,72	5,15	7,91	21,63	26,78
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	*	A	73	12,52	5,15	7,85	20,37	25,53
<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	*	A	50	8,58	5,15	5,64	14,21	19,37
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	*	A	20	3,43	4,12	9,42	12,85	16,97
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	*	A	36	6,17	2,58	3,79	9,97	12,54
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	*	A	19	3,26	5,15	3,73	6,99	12,15
<i>Myrcia bella</i> Cambess.	*	A	26	4,46	4,12	2,99	7,45	11,57
<i>Strychnos nigricans</i> Progel	*	L	35	6,00	2,58	0,75	6,75	9,33
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	*	A	14	2,40	4,12	0,54	2,94	7,06
<i>Amphilophium elongatum</i> (Vahl) L.G.Lohmann	*	L	15	2,57	3,09	1,02	3,60	6,69
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	*	A	14	2,40	2,06	1,39	3,79	5,85
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	*	A	11	1,89	2,58	1,02	2,91	5,49
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	*	A	9	1,54	2,06	1,65	3,20	5,26
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	*	A	6	1,03	2,58	0,89	1,92	4,50
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	*	A	6	1,03	2,58	0,66	1,69	4,27
<i>Platypodium elegans</i> Vogel		A	9	1,54	1,55	0,93	2,48	4,02
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	*	A	6	1,03	2,06	0,43	1,46	3,52
<i>Fridericia formosa</i> (Bureau) L.G.Lohmann		L	5	0,86	2,58	0,05	0,91	3,49
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	*	A	5	0,86	2,06	0,28	1,14	3,20
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne		A	4	0,69	1,55	0,76	1,44	2,99
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul		A	3	0,51	1,03	1,38	1,89	2,92
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.		A	4	0,69	0,52	1,02	1,71	2,22
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	*	A	2	0,34	1,03	0,71	1,05	2,09
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	*	A	3	0,51	1,03	0,39	0,90	1,93
<i>Niedenzuella poeppigiana</i> (A.Juss.) W.R.Anderson		L	4	0,69	0,52	0,64	1,33	1,84
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltdl.	*	A	2	0,34	1,03	0,45	0,80	1,83
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	*	A	2	0,34	1,03	0,39	0,74	1,77
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	*	A	3	0,51	1,03	0,15	0,66	1,70
<i>Banisteriopsis oxyclada</i> (A.Juss.) B.Gates		L	3	0,51	1,03	0,09	0,61	1,64
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.		A	2	0,34	1,03	0,20	0,54	1,57
<i>Qualea parviflora</i> Mart.		A	2	0,34	1,03	0,12	0,46	1,49

Continuação da Tabela 2.

<i>Qualea multiflora</i> Mart.	*	A	4	0,69	0,52	0,28	0,96	1,48
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	*	A	2	0,34	1,03	0,09	0,44	1,47
<i>Roupala montana</i> Aubl.	*	A	2	0,34	1,03	0,04	0,38	1,41
sp3		L	3	0,51	0,52	0,03	0,54	1,06
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.		A	1	0,17	0,52	0,36	0,53	1,05
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	*	A	1	0,17	0,52	0,30	0,47	0,99
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville		A	1	0,17	0,52	0,24	0,41	0,93
<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby		A	1	0,17	0,52	0,17	0,34	0,86
<i>Annona crassiflora</i> Mart.		A	1	0,17	0,52	0,14	0,31	0,82
sp7		A	1	0,17	0,52	0,13	0,30	0,81
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.		L	1	0,17	0,52	0,07	0,24	0,76
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	*	A	1	0,17	0,52	0,07	0,24	0,76
Sp8		A	1	0,17	0,52	0,05	0,22	0,74
<i>Serjania</i> sp		L	1	0,17	0,52	0,05	0,22	0,73
<i>Vochysia</i> sp		A	1	0,17	0,52	0,05	0,22	0,73
Sp5		A	1	0,17	0,52	0,04	0,22	0,73
Sp1		L	1	0,17	0,52	0,04	0,21	0,73
sp9		A	1	0,17	0,52	0,04	0,21	0,73
<i>Myrcia</i> sp		A	1	0,17	0,52	0,04	0,21	0,73
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg		A	1	0,17	0,52	0,04	0,21	0,72
<i>Diplopterys pubipetala</i> (A.Juss.) W.R.Anderson & C.C.Davis		L	1	0,17	0,52	0,03	0,20	0,72
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	*	A	1	0,17	0,52	0,02	0,19	0,71
Sp6		A	1	0,17	0,52	0,02	0,19	0,71
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.Lohmann		L	1	0,17	0,52	0,02	0,19	0,71
Sp2		L	1	0,17	0,52	0,01	0,18	0,70
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers		L	1	0,17	0,52	0,01	0,18	0,69
Sp		L	1	0,17	0,52	0,01	0,18	0,69
<i>Fridericia craterophora</i> (DC.) L.G.Lohmann		L	1	0,17	0,52	0,00	0,18	0,69
<i>Serjania regnellii</i> Schltld.		L	1	0,17	0,52	0,00	0,18	0,69
<i>Stizophyllum perforatum</i> (Cham.) Miers		L	1	0,17	0,52	0,00	0,17	0,69
Sp4		L	1	0,17	0,52	0,00	0,17	0,69

Quanto ao número de indivíduos (abundância) as dez espécies mais abundantes em PDG foram *Xylopia aromatica* (80), *Myrcia guianensis* (73), *Diptychandra aurantiaca* (50), *Copaifera langsdorffii* (46), *Ocotea pulchella* (36), *Strychnos nigricans* (35), *Pterodon pubescens* (26), *Myrcia bella* (26), *Anadenanthera peregrina* (20) e *Pouteria ramiflora* (19) (Fig. 7). Dentre as espécies mais abundantes *S. nigricans* destaca-se entre as lianas ocupando a sexta posição no geral com 35 indivíduos, bem como as espécies *Amphilophium elongatum* (15)

e *Fridericia formosa* (5), evidenciando sua importância para a composição do estrato lenhoso. A distribuição das abundâncias apresentou um padrão de “J” invertido resultando em poucas espécies com muitos indivíduos e muitas espécies com poucos indivíduos (Fig. 6). Dos 583 indivíduos amostrados, 506 (86,79%) são do estrato arbustivo-arbóreo (árvores: 474 e arbustos: 32) e 77 (13,20%) são lianas.

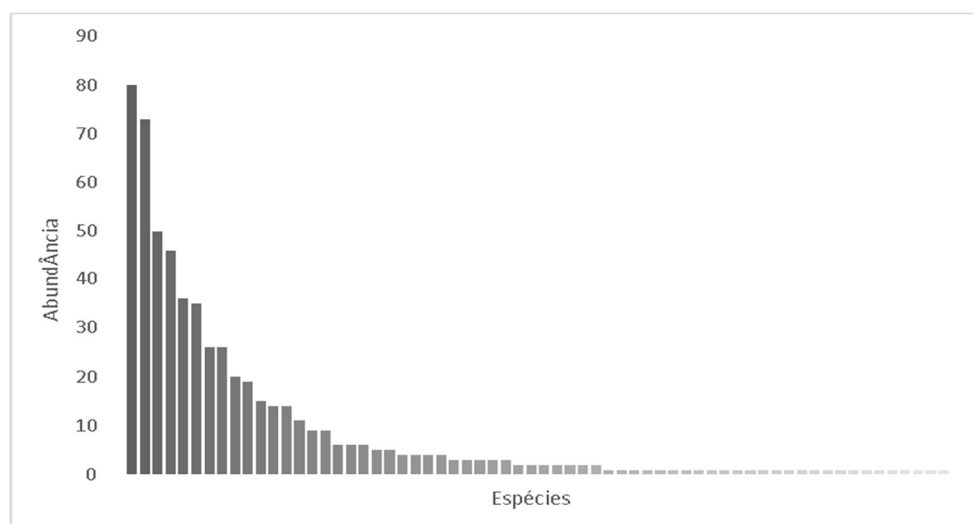


Figura 7. Histograma de abundância apresentando o número de indivíduos por espécie amostrados em cerrado *sensu stricto* na Área de Relevante Interesse Ecológico Gleba Cerrado Pé de Gigante no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.

As espécies com os maiores valores de frequência relativa foram *P. pubescens* (5,15), *X. aromatica* (5,15), *M. guianensis* (5,15), *D. aurantiaca* (5,15), *P. ramiflora* (5,15), *C. langsdorffii* (4,64), *A. peregrina* (4,12), *M. bella* (4,12), *M. albicans* (4,12) e *A. elongatum* (3,09), acumulando 45,84% de toda frequência. Aquelas com maior densidade relativa foram representadas por *X. aromatica* (13,72), *M. guianensis* (12,52), *D. aurantiaca* (8,58), *C. langsdorffii* (7,89), *O. pulchella* (6,17), *S. nigricans* (6), *P. pubescens* (4,46), *M. bella* (4,46), *A. peregrina* (3,43) e *P. ramiflora* (3,26). Quanto à dominância relativa, foram *P. pubescens* (20,23) *C. langsdorffii* (20,14) *A. peregrina* (9,42) *X. aromatica* (7,91) *M. guianensis* (7,85) *D. aurantiaca* (5,64) *O. pulchella* (3,79) *P. ramiflora* (3,73) *M. bella* (2,99) e *O. spectabilis* (1,65), sendo estas espécies as que apresentaram maior área basal e, juntas, possuem 83,35% da dominância.

PDG apresentou área basal total de 2,800 m², densidade de 0,583 indivíduos/m², diâmetro (médio de 6,29 cm, máximo 47,77 e mínimo 2,5 cm) altura (média 4,20 m, máxima 15 m e mínima de 1 m), índice de Shannon-Wiener (H') de 3,193 e equitabilidade de Piellou de 0,768 (Tab. 3). A classe de altura com maior porcentagem de indivíduos foi de 1,50 a 4,67 m (64%), seguida de 4,68 a 7,85 m (31%) e 7,86 a 11,03 m (5%) (Fig. 8). Para as classes de diâmetro ficaram: 2,50 a 7,14 mm (68%), 7,15 a 11,79 mm (23%) e 11,80 a 16,44 mm (5%) (Fig. 9). A curva de acumulação de espécies elaborada para em PDG, tendeu a formar uma assíntota, reduzindo a variação e o acréscimo de novas espécies no oitavo transecto (Fig. 10).

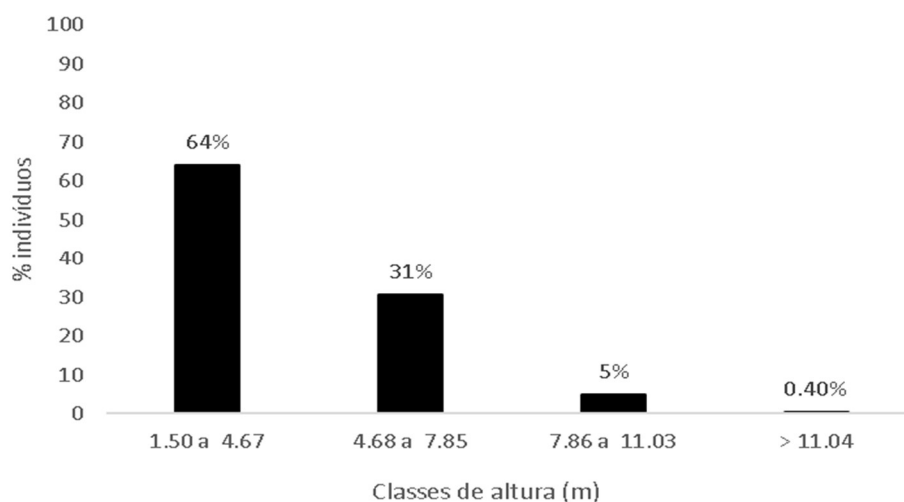


Figura 8. Distribuição dos indivíduos por classe de altura definidas conforme fórmula de Spiegel (1976), para todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado *sensu stricto*, na Área de Relevante Interesse Ecológico Gleba Cerrado Pé de Gigante, município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.

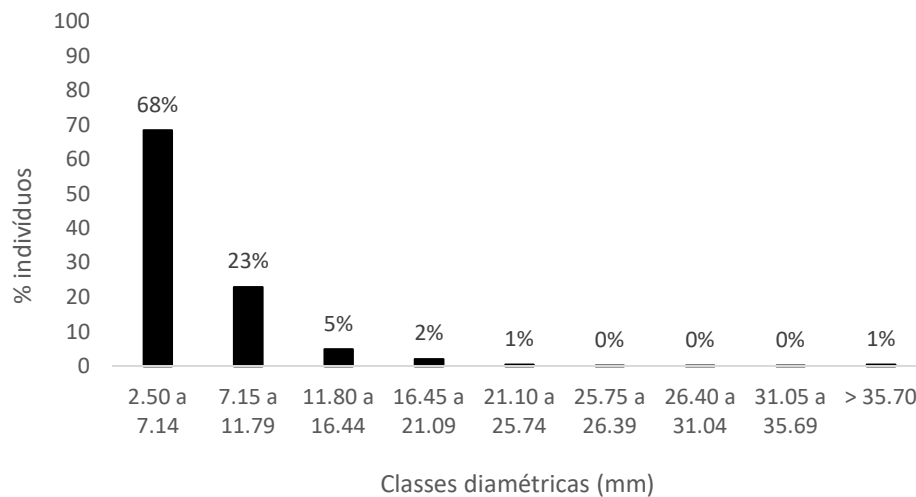


Figura 9. Classes diamétricas definidas conforme fórmula de Spiegel (1976) de todos os indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo amostrados em uma comunidade de cerrado *sensu stricto*, Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.

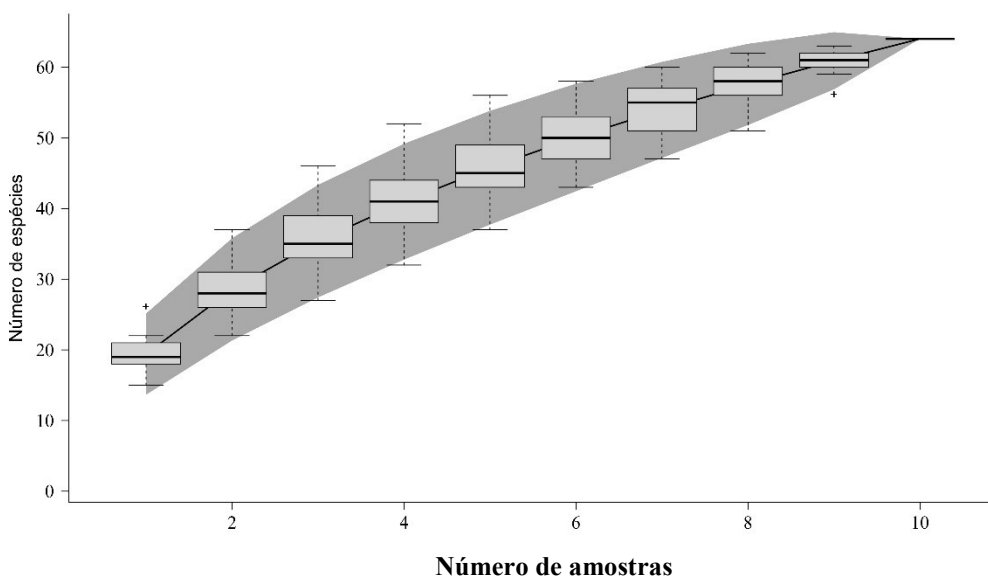


Figura 10. Curva de acumulação de espécies constando todas as espécies coletadas na Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. A curva central em preto é a média do número de espécies. O boxplot representa a variação da média do número de espécies e o desvio padrão a partir de 10000 permutações.

Tabela 3. Dados 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; J = equitabilidade de Pielou.

ÁREA	ÁREA BASAL	DENSIDADE	H'	J	NÚMERO DE ESPÉCIES	NÚMERO DE INDIVÍDUOS	
FSJC	2,643 m ²	0,549 ind. / m ²	3,401	0,812	Arbustivo-arbóreo	55 (83%)	475 (86%)
					Lianas	11 (16%)	74 (13%)
					Total	66	549
PDG	2,800 m ²	0,583 ind. / m ²	3,193	0,768	Arbustivo-arbóreo	46 (71%)	506 (86%)
					Lianas	18 (28%)	77 (13%)
					Total	64	583

Similaridade florística

A análise de agrupamento mostrou que as duas comunidades são bem delimitadas floristicamente uma vez que, formaram-se dois grandes grupos constituídos pelas unidades amostrais (transectos) das duas respectivas áreas de estudo (Fig. 11). As duas áreas compartilharam vinte e sete espécies.

Dendrograma

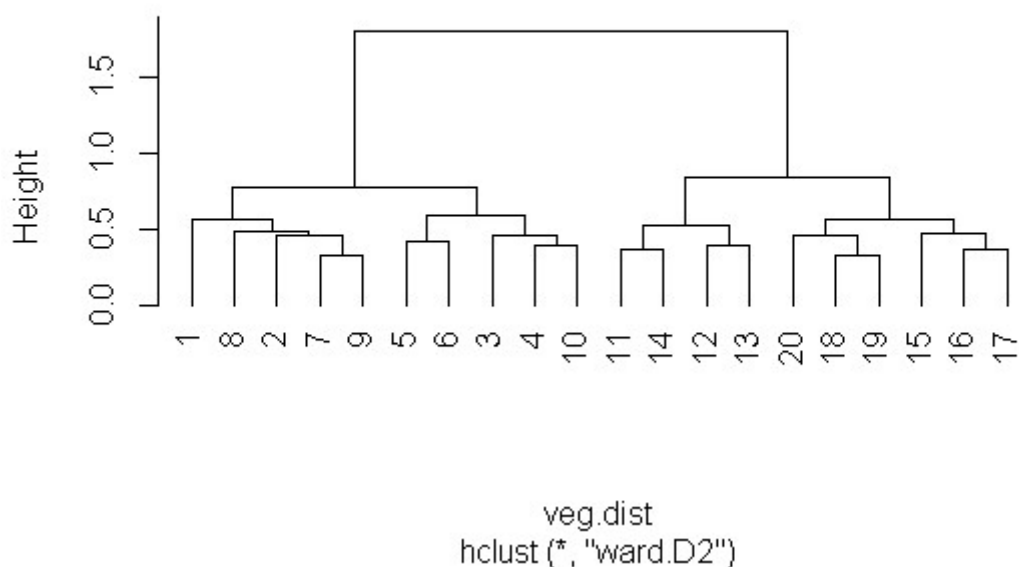


Figura 11. Dendrograma agrupando as duas comunidades de cerrado *sensu stricto* utilizando método de agrupamento Ward e a distância de Bray Curtis. 1 a 10 = transectos da Fazenda São José da Conquista, Itirapina, SP; 11 a 20 = transectos Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Gleba Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP.

DISCUSSÃO

As famílias mais ricas encontradas nas comunidades estudadas são comuns na província do Cerrado (Ratter *et al.* 1997), como observado em outros estudos em áreas de Cerrado (Mantovani & Martins 1993; Felfili *et al.* 2001; Batalha & Martins 2001; Weiser & Godoy 2001; Durigan *et al.* 2001; Fidelis & Godoy 2003; Ishara *et al.* 2008; Carvalho *et al.* 2010; Reys *et al.* 2013), sempre presente entre as famílias mais representativas. De acordo com Heringer *et al.* (1977), as famílias mais ricas do Cerrado são Fabaceae (153 espécies), Malpighiaceae (46), Myrtaceae (43), Melastomataceae (32) e Rubiaceae (30). Além do Cerrado, de acordo com o BFG (2015), essas famílias estão entre as dez mais ricas em formações vegetais do Brasil, sendo Fabaceae a que apresenta o maior número de espécies (2756 sendo 1507 endêmicas do país). Fabaceae é uma família que apresenta diferentes hábitos de crescimento vegetal, (e.g. árvores, arbustos, arvoretas, lianas, ervas) constando entre as cinco famílias mais importantes não

apenas na província do Cerrado, como também na Mata Atlântica, Amazônia e florestas semidecíduas (Oliveira-Filho & Fontes 2000).

O padrão de distribuição das espécies por famílias encontrado nesse trabalho corrobora outros estudos (Castro 1987; Batalha & Mantovani 2001; Ratter *et al.* 2003; Reys *et al.* 2013), apresentando muitas famílias monoespecíficas. O padrão de “J” invertido para distribuição de indivíduos e famílias parece ser um padrão universal para todas as comunidades que apresentam grande número de espécies, sendo considerada um dos padrões gerais da ecologia (McGill *et al.* 2007). Esse padrão ocorre porque encontramos em comunidades vegetais poucas espécies muito abundantes e muitas espécies que ocorrem com um único indivíduo (raras) (McGill *et al.* 2007). A maioria das espécies de ocorrência no Cerrado, são frequentemente mais raras (mais de 50% das espécies analisadas), do que comuns (3,9% das espécies analisadas) (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Ratter *et al.* 2003; Bridgewater *et al.* 2004). Portanto, é frequente encontrar em levantamentos realizados não apenas na província do Cerrado, como em outros tipos de vegetações, o padrão de “J” invertido para a distribuição de abundância, mostrando que a maioria das espécies são raras e pouco abundantes, sendo a comunidade dominada por poucas espécies com alta abundância.

Estudos florísticos desenvolvidos na reserva de PDG mostram padrão semelhante ao descrito nesse estudo. No levantamento realizado por Batalha & Mantovani (2001), no qual amostraram três fisionomias diferentes (campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão), foram encontradas como famílias mais ricas: Fabaceae, Asteraceae, Poaceae, Rubiaceae, Bignoniaceae, Myrtaceae, Malpighiaceae. Weiser & Godoy (2001), também estudando florística em PDG, registraram como famílias mais ricas: Fabaceae, Asteraceae, Malpighiaceae e Myrtaceae. Estudos florísticos, em geral, coletam indivíduos em estado fértil por meio de caminhadas aleatórias, o que aumenta o número de espécies registrados quando em comparação com estudos de fitossociologia, onde as coletas são realizadas dentro de parcelas com áreas

definidas. Através do método de Gentry, obtivemos informações de composição florística semelhantes as descritas nos trabalhos florísticos de Batalha & Mantovani (2001) e Weiser & Godoy (2001) realizados em PDG, indicando que esse método é eficiente no reconhecimento inicial da composição taxonômica em áreas com fisionomia de cerrado *sensu stricto*.

Dois estudos de fitossociologia foram desenvolvidos em PDG (Castro 1987; Fidelis & Godoy 2003) e o número de espécies amostrados foi semelhante ao encontrado no presente estudo. Porém, esses autores incluíram apenas indivíduos do estrato arbustivo-arbóreo, excluindo lianas de sua amostragem. Castro (1987) utilizou 30 parcelas de 10 m de largura por 20 m de comprimento (6000 m²) usando como critério de inclusão o diâmetro do caule na altura do solo ≥ 3 cm. Fidelis & Godoy (2003) utilizaram cinco parcelas de 25 x 10 m (1250 m²), incluindo em sua amostragem os indivíduos arbustivos e arbóreos com perímetro na altura do solo ≥ 3 cm. Esses dois trabalhos utilizaram um critério de inclusão semelhante ao utilizado no presente no estudo, amostrando, no entanto, maior área.

No trabalho de Castro (1987) o autor apresenta uma curva do coletor que atinge a assíntota, mesmo resultado encontrado no presente trabalho, tanto para PDG como para FSJC. Os quatro estudos realizados em PDG (Castro 1987; Batalha & Mantovani 2001; Weiser & Godoy 2001; Fidelis & Godoy 2003) e um desenvolvido em FSJC (Reys *et al.* 2003) não amostraram lianas. Contudo, nossos resultados demonstraram que as lianas representaram considerável porcentagem do número total de espécies, sendo 28% das espécies amostradas em PDG e 16% em FSJC.

Espécies como *Anadenanthera peregrina*, *Xylopia aromatica*, *Qualea grandiflora*, *Myrcia guianensis*, *Byrsonima intermedia*, *Ocotea pulchella*, *Virola sebifera*, que estão entre as espécies com maior valor de importância (VI) nas duas áreas estudadas neste trabalho, também foram registradas em outros estudos desenvolvidos em fisionomias de Cerrado, como em Moji-Guaçu/SP (Mantovani & Martins 1993), Brotas/SP (Durigan *et al.* 2001),

Perdizes/MG (Cardoso *et al.* 2002), no Norte e Nordeste de Goiás e Sul do Tocantins (Felfilli & Fagg 2007), Patrocínio Paulista/SP (Teixeira *et al.* 2004), Buritis/MG (Nottesheim *et al.* 2010), Morada Nova de Minas/MG (Giácomo *et al.* 2013). Dentre as lianas, destacamos as espécies *Serjania lethalis* (Sapindaceae), *Amphilophium elongatum* (Bignoniaceae) e *Strychnos nigricans* (Loganiaceae) em FSJC e *S. nigricans* (Loganiaceae), *A. elongatum* (Bignoniaceae) e *Fridericia formosa* (Bignoniaceae) como as mais importantes para a composição das lianas.

As 100 espécies arbóreas mais frequentes dos Cerrados do Sudeste foram listadas por Bridgewater *et al.* (2004). As dez espécies mais importantes, em ambas comunidades aqui estudadas, constam nessa listagem. Nas espécies amostradas em FSJC, incluindo somente árvores, apenas treze espécies não estão presentes na lista proposta por esses autores. Já para a comunidade estudada em PDG, dez espécies não constam nessa lista. Portanto, a maioria das espécies arbóreas coletadas no presente trabalho são conhecidas na literatura e caracterizam a composição florística das áreas de Cerrado do Sudeste brasileiro, destacando espécies como *Myrcia guianensis* (Myrtaceae), *Xylopia aromatica* (Annonaceae), *Anadenanthera peregrina* (Fabaceae), *Ocotea pulchella* (Lauraceae) e *Virola sebifera* (Myristicaceae).

O método de Gentry (1982; Phillips & Miller 2002) permitiu amostrar diferentes hábitos de crescimento vegetal, o que proporcionou um acréscimo no número espécies comumente observadas em trabalhos de fitossociologia no Cerrado, utilizando menor área de amostragem (1000 m²). Nossos dados corroboram os trabalhos que mostraram que o método de Gentry (1982), permite realizar um levantamento ecológico rápido da vegetação (Phillips & Miller 2002; Phillips *et al.* 2003), proporcionando acesso a composição florística e estrutural de áreas com vegetação natural. Portanto, tendo em vista que os levantamentos objetivam acumular dados para o manejo e preservação de remanescentes (Freitas & Magalhães 2012), a acelerada velocidade do processo de desmatamento e a necessidade de demarcação de novas Áreas de Proteção Ambiental (APA), e de oferecer bases concretas para propostas de conservação,

concluimos que, assim como em áreas florestais, a utilização do método proposto por Gentry pode ser utilizado em áreas com fisionomia de cerrado *sensu stricto* proporcionando as mesmas vantagens.

REFERÊNCIAS

Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 22(6), p. 711-728.

APG IV – The Angiosperm Phylogeny Group. 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* vol. 161, p. 105-121.

Batalha, M.A.L. & Mantovani, W. 2001. Floristic and composition of the cerrado in the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, southeastern Brazil). *Acta Botanica Brasilica*, vol. 15(3), p. 289-304.

Bustamante, M.M.C.; Nardoto, G.B.; Pinto, A.S.; Resende, J.C.F.; Takahashi, F.S.C. & Vieira, L.C.G. 2012. Potential impacts of Climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 72(3), p. 655-671.

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.

Brasil. 1990. Decreto Federal Nº 99275 – Dispõe sobre a criação da ÁRIE - Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Pé-de-Gigante, no Município de Santa Rita do Passa-Quatro, Estado de São Paulo. Documento Oficial da União (D.O.U.) de 06 de junho de 1990.

Brasil. 1993. Decreto Federal Nº 750 – Dispõe sobre o corte, exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica e dá outras providências. Documento Oficial da União (D.O.U.) de 11 de fevereiro de 1993.

Brasil. 2008. Decreto Federal Nº 6600 - Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Documento Oficial da União (D.O.U.) de 24 de novembro de 2008

Bridgewater, S.; Ratter, J.A. & Ribeiro, J.F. 2004. Biogeographic patterns, Beta-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation*, vol. 13, p. 2295-2318.

Camargo, M.G.G.; Souza, R.M.; Reys, P. & Morellato, L.P.C. 2011. Effects of environmental conditions associated to the cardinal orientation on the reproductive phenology of the cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 83(3), p. 1007-1019.

Cardoso, E.; Moreno, M.I.C. & Guimarães, A.J.M. 2002. Estudo fitossociológico em área de cerrado sensu stricto na estação de pesquisa e desenvolvimento ambiental Galheiro, Perdizes, MG. *Revista Online Caminhos da Geografia*, vol. 3(5), p. 30-42.

Carvalho, M.B.; Ishara, K.L., & Rodella, R.C.S.M. 2010. Vascular flora of a Cerrado *sensu stricto* remnant in Pratânia, state of São Paulo, southeastern, Brazil. Check List, Journal of species lists and distribution, vol. 6(3), p. 350-357.

Castro, A.A.J.F. 1987. Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro – SP. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica.

Coutinho, L.M. 1978. O conceito de cerrado. Revista Brasileira Botânica, vol. 1, p. 17-23.

Coutinho, L.M. 2006. O conceito de bioma. Acta Botanica Brasilica, vol. 20(1), p. 13-23.

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.

Durigan, G.; Nishikawa, D.L.L.; Rocha, E.; Silveira, É.R.; Pulitano, F.M.; Regalado, L.B.; Carvalhaes, M.A.; Paranaguá, P.A. & Ranieri, V.E.L. 2001. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica, vol. 16(3), p. 251-262.

Durigan, G.; Siqueira, M.F.; Franco, G.A.D.C.; Bridgewater, S. & Ratter, J.A. 2003. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo State, Brazil. Edinburgh Journal of Botany, vol. 60, p. 217-241.

Durigan, G. & Ratter, J.A. 2006. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo state, Brazil, 1962-2000. 2006. *Edinburgh Journal of Botany*, vol. 63(1), p. 119-130.

Durigan, G. & Ratter, J.A. 2016. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, v. 53(1), p. 11-15.

Felfili, J.M. & Júnior, M.C.S. 1988. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-SF. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 2(1-2), p. 85-104.

Felfili, J. M.; Silva, P. E. N. D.; Silva Júnior, M. C. D.; Marimon, B. S. & Delitti, W. B. C. 2001. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 16(1), p. 103-112.

Felfili, J.M. & Fagg, C.W. 2007. Floristic composition, diversity and structure of the “cerrado” *sensu stricto* on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. *Revista Brasileira Botânica*, vol.30, p. 375-385.

Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo, p. 62.

Fidelis, A.T. & Godoy, S.A.P. 2003. Estrutura de um cerrado *stricto sensu* na Gleba Cerrado Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta bot. bras.*, vol. 17, p. 531-539.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 03 abril 2017.

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.

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

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.

Giácomo, R.G.; Carvalho, D.C.; Pereira, M.G.; Souza, A.D. & Gai, T.D. 2013. Florística e fitossociologia em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* na Estação Ecológica de Pirapitinga – MG. Ciência Florestal, Santa Maria, vol. 23(1), p. 29-43.

Heringer E.P.; Barroso, G.M.; Rizzo, J.A.; Rizzini, C.T. 1977. A Flora do Cerrado. In: Ferri MG, ed. IV Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo, Brasil: Editora Universidade de São Paulo, p. 211-232.

Ishara, K.L., Déstro, G.F.G., Rodella, R.C.S.M., Yanagizawa, Y.A.N.P. 2008. Composição florística de remanescente de cerrado *sensu stricto* em Botucatu, SP. Revista Brasil. Bot., vol. 31(4), p.575-586.

Legendre, P. & Gallagher, E. D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, vol. 129(2), p. 271-280.

Leitão-Filho, H.F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *IPEF*, vol.35, p. 41-46.

Mantovani, W. & Martins, F. R. 1993. Florística do cerrado na reserva biológica de Moji Guaçu, SP. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 7(1).

McGill, B.; Etienne, R.; Gray, J.; Alonso, D.; Anderson, M.; Benecha, H.; Dornelas, M.; Enquist, B.; Green, J.; He, F.; Hurlbert, A.; Magurran, A. E.; Marquet, P.; Maurer, B.; Ostling, A.; Soykan, C.; Ugland, K. & White, E. 2007. Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework *Ecology Letters*, vol. 10, p. 995-1015.

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.

Müller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Wiley.

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

Nottesheim, F.C.; Carvalho, D.C.; Fonseca, C.C.; Nunes, R.S.; Cavalcanti, D.M.; Gabriel, M.M. & Menezes, L.F.T. 2010. Estrutura e florística do estrato arbóreo no cerrado *sensu stricto* de Buritis, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, vol. 61(4), p.731-747.

Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; McGlenn, D.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H.; Szoecs, E. & Wagner, H. 2017. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-2. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

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.

Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*, p. 91-120.

Pivello, V.R. 2011. The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and present. *Fire Ecology* vol. 7, p. 24-39.

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

Phillips, O.L.; Martínez, R.V.; Vargas, P.N.; Monteagudo, A.L.; Zans, M.E.C.; Sánchez, W.G.; Cruz, A.P.; Timaná, M.; Yli-Halla, M. & Rose, S. 2003. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, vol. 19, p. 629-645.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Ratter, J. A., Ribeiro, J. F., & Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of botany*, vol. 80(3), p. 223-230.

Ratter, J. A., Bridgewater, S., & Ribeiro, J. F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, vol. 60(1), p. 57-109.

Reys, P.; Camargo, M.G.G.; Grombone-Guaratini, M.T.; Teixeira, A.P.; Assis, M.A. & Morellato, L.P.C. Estrutura e composição florística de um Cerrado *sensu stricto* e sua importância para propostas de restauração ecológica. *Hehnea*, vol. 40(3), p. 449-464.

São Paulo. 1970. Decreto Estadual N° 52546 - Cria o Parque Estadual de Vassununga e dá providências correlatas. Documento Oficial do Estado (D.O.E.) de 26 de outubro de 1970.

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

Shephard, J.G. 2009. Fitopac 2.1. Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas.

Spiegel, M.R. 1976. Estatística. São Paulo, McGraw-Hill, p. 580.

Strassburg, B.B.N.; Latawiec, A. & Balmford, A. 2016. Brazil: urgent action on Cerrado extinctions. *Nature*, vol. 540(7632), p. 199-199.

Strassburg, B.B.N.; Brooks, T.; Feltran-Barbieri, R.; Iribarrem, A.; Crouzeilles, R.; Loyola, R.; Latawiec, A.E.; Filho, F.J.B.O.; Scaramuzza, C.A.M.; Scarano, F.R.; Soares-Filho, B. & Balmford, A. 2017. *Nature Ecology & Evolution* vol. 1, p. 1-3.

Teixeira, M.I.J.G.; Araujo, A.R.B.; Valeri, S.V. & Rodrigues, R.R. 2004. Florística e fitossociologia de área de cerrados s.s. no município de Patrocínio Paulista, nordeste do estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, vol.63(1), p. 1-11.

Ward Jr, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American statistical association*, vol. 58(301), p. 236-244.

Weiser, V.L. & Godoy, S.A.P. 2001. Florística em um hectare de cerrado *sensu stricto* ARIE – Cerrado Pé de Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 15(2), p. 201-212.

Capítulo II

Sazonalidade climática conduzindo os padrões de variação da riqueza de espécies arbóreas e de lianas em comunidades vegetais situadas na região Neotropical

RESUMO

A diversidade de plantas na região tropical tem sido correlacionada com variáveis climáticas, particularmente com a distribuição da precipitação e temperatura. A combinação entre ausência de sazonalidade e elevada precipitação estão relacionadas à maior riqueza de espécies. Entretanto, a sazonalidade conduz de forma diferenciada a diversidade de espécies arbóreas e de lianas. Neste trabalho revisamos os padrões de variação na riqueza de árvores e lianas na região Neotropical utilizando como base uma compilação (124 áreas) do banco de dados de Gentry (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/gentry/transect.shtml>), acrescentando dois levantamentos inéditos. Procuramos entender como a sazonalidade influencia a importância relativa de espécies arbóreas e de lianas. Nossa premissa é que, em locais com sazonalidade climática os recursos e a produtividade primária são limitados, o que pode reduzir a riqueza de espécies lenhosas (árvores e lianas). Lianas seriam mais resistentes à estação seca do que árvores em função de atributos fisiológicos, e apresentariam maior riqueza e abundância em ambientes sazonais. A amostragem de Gentry segue um método padronizado de 10 transectos de 2 m x 50 m e inclui todos os indivíduos lenhosos com DAP $\geq 2,5$ cm. Nossos resultados mostraram que tanto árvores como lianas são mais ricas em áreas não sazonais, no entanto, as lianas apresentam uma tendência a serem favorecidas com o prolongamento da estação seca (de 1 a 4 meses) atingindo seu limiar no quarto mês consecutivo de seca. Verificamos também que a riqueza de lianas apresenta forte relação positiva com a riqueza de árvores.

Palavras-chave: Gentry; diversidade; variáveis climáticas; ecologia.

ABSTRACT

The diversity of plants in the tropical region has been correlated with climatic variables, particularly precipitation and temperature distribution. The combination of lack of seasonality and high precipitation are related to greater species richness. However, the seasonality leads in a differentiated manner the diversity of tree species and of vines. In this work we review the patterns of variation in wealth of trees and lianas in the Neotropics using as a basis a compilation (124 areas) of Gentry (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/gentry/transect.shtml>), adding two unpublished surveys. We seek to understand how the seasonality influences the relative importance of tree species and of vines. Our premise is that in locations with climatic seasonality resources and primary productivity are reduced, which can reduce the richness of woody species (trees and lianas). Lianas are most resistant to the dry season than trees in function of physiological attributes, and would present a greater richness and abundance in seasonal environments. The sampling of Gentry follows a standardized method of 10 transects of 2 m x 50 m and includes all individuals woody with DAP > 2.5 cm. Our results show that both trees like lianas are richer in seasonal areas, however, the vines have a tendency to be favored with the lengthening of the dry season (from 1 to 4 months) reaching your threshold on the fourth consecutive month of drought. We note also that the wealth of lianas presents strong positive relationship with the wealth of trees.

Keywords: Gentry; diversity; climatic variables; ecology.

INTRODUÇÃO

A biodiversidade está distribuída de forma heterogênea no globo terrestre (Myers *et al.* 2000). As florestas tropicais são as detentoras da maior diversidade botânica do mundo, hospedando mais da metade de todas as espécies conhecidas (Gentry & Dodson 1987; Gentry 1988; Wright 2010; Schnitzer & Bongers 2011; Brown 2014). A região Neotropical é um dos locais com maior diversidade de plantas vasculares, juntamente com norte de Borneo, leste do Himalaia, Malásia e Madagascar (Mutke & Barthlott 2005). A ampla variação geomorfológica e climática presente nos Neotrópicos são atributos que resultam em grande multiplicidade de ambientes, o que contribui para o aumento da diversidade (Gentry 1982a, b; Gentry & Dodson 1987; Clinebell *et al.* 1995; Antonelli & Sanmartín 2011).

Algumas variáveis ambientais e climáticas têm sido utilizadas para tentar explicar as alterações na abundância e diversidade de diferentes grupos de plantas vasculares na região neotropical (Gentry 1982a, 1988, 1991; Gentry & Dodson 1987; Clinebell *et al.* 1995; Barthlott *et al.* 2005; Antonelli & Sanmartín 2011; Schnitzer & Bongers 2002, 2011). Dentre estas, a sazonalidade (duração da estação seca), precipitação média anual (Gentry 1982a, 1991; Schnitzer 2005; van der Heijden & Phillips 2009) e variação na temperatura (van der Heijden & Phillips 2008; Wang *et al.* 2014; Brown 2014) são consideradas as principais preditoras dos padrões de diversidade (Oliveira-Filho & Fontes 2000; Pausas & Austin 2001; Antonelli & Sanmartín 2011). Fatores como estrutura da floresta e o ambiente físico podem influenciar na distribuição, riqueza e abundância de árvores e lianas (van der Heijden & Phillips 2008, 2009, Gentry 1982a, 1988). Para as lianas, como os mais importantes, destacam-se o clima (Schnitzer 2005) e as condições estruturais das florestas (van der Heijden & Phillips 2008, 2009).

Distintos hábitos de crescimento vegetal possuem maior diversidade explicada por maiores índices de precipitação em florestas tropicais (Gentry, 1982a). De fato, na maioria dos hábitos de plantas vasculares (e.g. árvores, palmeiras, ervas e epífitas), o aumento da

precipitação está associado com o aumento não apenas da riqueza, como também da abundância de espécies (Gentry 1982a). Padrão oposto parece ocorrer com lianas (Schnitzer 2005; DeWalt *et al.* 2010; Schnitzer & Bongers 2011). A abundância, densidade e área basal de lianas aumentam com o prolongamento da estação seca (sazonalidade) (Schnitzer 2005; DeWalt *et al.* 2010). Lianas são trepadeiras lenhosas que utilizam a estrutura das árvores (forófitos) como suporte para alcançarem o dossel (Schnitzer & Bongers 2002). As lianas são componentes fundamentais da estrutura de florestas tropicais (Schnitzer 2005; Schnitzer & Bongers 2002, 2011), sendo responsáveis por cerca de 40% da produção de folhas (Hegarty & Caballé 1991; Phillips *et al.* 2002) representando 25% da riqueza assim como entre 10% e 45% dos indivíduos lenhosos de florestas tropicais (Gentry 1988, 1991; Schnitzer 2005; van der Heijden & Phillips 2009).

Embora lianas sejam fundamentais para a estrutura e dinâmica de florestas, podem ocasionar a mortalidade de árvores quando em quantidades excessivas (Phillips *et al.* 2002), reduzindo o crescimento, desenvolvimento e performance dos seus forófitos (Putz 1984; Clark & Clark 1990; Grauel & Putz 2004; Schnitzer & Bongers 2011; Álvarez-Cansino *et al.* 2015). A relação entre árvores e lianas é fundamentada pela disponibilidade de suporte para que as trepadeiras consigam atingir o dossel (Schnitzer & Bongers 2002). Lianas possuem maior afinidade com espécies arbóreas que apresentam características morfológicas específicas como casca rugosa, enquanto espécies com baixa altura, casca lisa ou esfoliante, tendem a apresentar menores taxas de colonização (Carsten *et al.* 2002; Sfair *et al.* 2016).

Para entendermos as relações entre a sazonalidade climática e a riqueza e abundância de diferentes hábitos de crescimento vegetal, precisamos de inventários que incluam distintos grupos de plantas vasculares (e.g. árvores, arbustos e lianas), coletados de forma sistemática e padronizada. O botânico norte americano Alwyn Howard Gentry e colaboradores realizaram um total de 226 levantamentos na região tropical usando um método padronizado, os transectos

0,1 ha de Gentry, onde, em suas parcelas, amostravam todos os indivíduos lenhosos com diâmetro a altura do peito (DAP) $\geq 2,5$ cm, incluindo árvores, arbustos e lianas (Gentry 1982a; Phillips & Miller 2002).

O grande banco de dados construído a partir dos levantamentos de Gentry foi utilizado em trabalhos ecológicos. Por exemplo, Clinebell *et al.* (1995), selecionaram 69 áreas desse banco de dados situadas na região Neotropical e, incluindo análises de solo, relacionaram a riqueza de árvores e de lianas com variáveis pedológicas e climáticas, encontrando que em a riqueza não está relacionada com a qualidade do solo. Selecionando 65 áreas, van der Heijden & Phillips (2008, 2009) verificaram se os nutrientes do solo, as variações climáticas e estruturais, possuem relação com a riqueza e abundância de árvores e lianas, concluindo que a riqueza desses dois grupos diminui com o aumento da sazonalidade. Schnitzer (2005), selecionou 66 áreas, filtrando aquelas com precipitação anual acima de 500 mm, e abaixo de 1000 m de altitude, para descrever os padrões de distribuição e abundância de lianas, concluindo que a abundância de lianas é maior em áreas com menor precipitação média anual e maior sazonalidade. Uma série de fatores abióticos exercem influência na riqueza de determinados grupos de plantas, porém as relações bióticas também são importantes para alguns grupos, como o demonstrado por van der Heijden & Phillips (2009) e Sfair & Martins (2011), que quanto maior a riqueza de árvores, maior será a riqueza de lianas.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de variáveis climáticas, em especial da sazonalidade, nos padrões de variação de riqueza e abundância de árvores e lianas em vegetações situadas na região Neotropical. Assim, de acordo com nossa premissa, esperamos que áreas não sazonais apresentem maior riqueza de espécies vegetais lenhosas do que ambientes sazonais. Portanto, objetivamos testar as seguintes hipóteses: (1) A riqueza de árvores e lianas é maior em áreas não sazonais do que sazonais e; (2) a riqueza de lianas tem forte relação positiva com a riqueza de árvores (forófitos).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Os dados utilizados neste trabalho provêm da região que se estende desde o centro do México até o sul do Brasil, entre as latitudes 25° N e 25°S, denominada de região Neotropical (Antonelli & Sanmartín 2011). Os inventários analisados nesse estudo estão distribuídos em 18 países, localizados principalmente a noroeste da América do Sul, em países como Bolívia, Colômbia, Peru, Equador e Venezuela, concentrando-se mais na região Andina e Amazônica (Fig. 1).

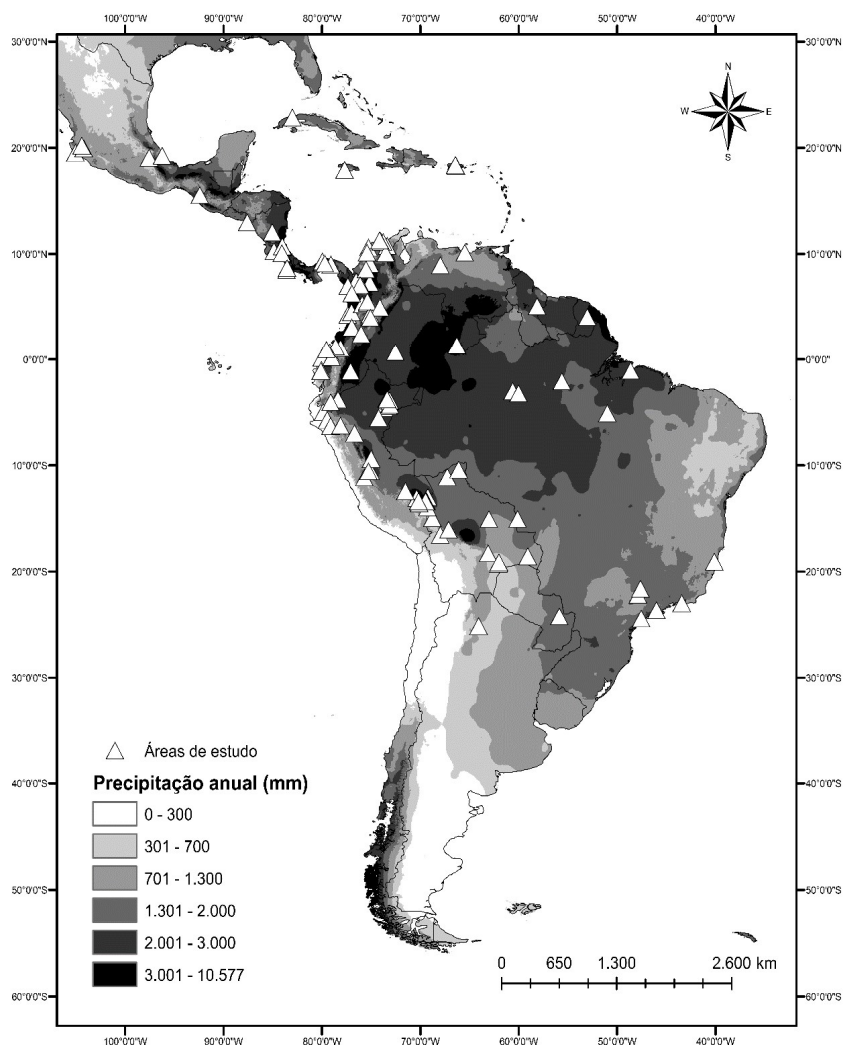


Figura 12. Mapa da região Neotropical com informação de precipitação total média anual (*WorldClim*) constando todas as áreas utilizadas no presente estudo. Fonte: Nereus, USP.

Compilação e organização do banco de dados

Compilamos os dados inventariados pelo botânico norte americano Alwyn Howard Gentry (1982a) e colaboradores (a partir deste ponto referido como “banco de dados de Gentry”) disponíveis no livro de Phillips & Miller (2002) e para consulta no Missouri Botanical Garden (MGB) (<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/gentry/transect.shtml>). Adicionalmente, acrescentamos duas áreas de estudo (vide Capítulo 1). As coletas nas áreas estudadas por Gentry seguem uma metodologia sistematizada (Phillips & Miller 2002), resumida a seguir, e que foi adotada no presente estudo (vide Capítulo 1). Em cada área foram amostrados 1000 m², distribuídos em dez transectos de 2 metros de largura por 50 metros de comprimento, distantes 20 metros um do outro (Fig. 2); em cada transecção foram inventariados todos os indivíduos lenhosos (árvores, arbustos e lianas) com diâmetro na altura do peito (DAP) $\geq 2,5$ cm.

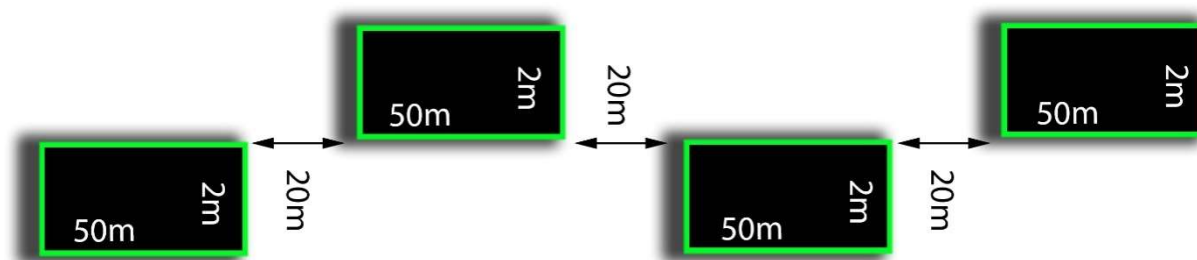


Figura 13. Esquema representando a técnica de amostragem utilizada pelos autores para coleta dos dados em campo, seguindo técnica idealizada por Gentry (Phillips & Miller 2002).

Apenas áreas situadas na região Neotropical foram inicialmente selecionadas no banco de dados de Gentry, totalizando 154 áreas. Posteriormente, foram excluídos inventários com amostragem menor que 10 transectos, que excluíram lianas, e aqueles com mais de 9 meses consecutivos de seca (precipitação total média mensal < 60 mm) resultando em 124 áreas, que somadas as duas levantadas pelos autores, totalizaram 126 áreas.

As três formas de vida lenhosas amostradas (árvores, arbustos e lianas) foram tratadas como dois grupos, sendo o primeiro composto por árvores e arbustos (doravante denominado

“árvores”) e o segundo, composto por lianas ou trepadeiras lenhosas (doravante denominado “lianas”). Os dados foram compilados para a obtenção das matrizes utilizadas nas análises e testes de hipóteses. Todas as informações extraídas do livro de Phillips & Miller (2002) foram organizadas em planilhas juntamente com as variáveis ambientais.

Preparação das matrizes de dados

Elaboramos três matrizes de dados contendo as 126 áreas previamente selecionadas, denominadas: Matriz Clima: composta pelas áreas nas linhas e variáveis climáticas (precipitação total média anual, sazonalidade, temperaturas máxima e mínima) nas colunas; Matriz Estrutura: composta pelas áreas nas linhas e nas colunas as informações que descrevem a estrutura das comunidades (área basal, número de indivíduos e de espécies total e subdividido entre árvores e lianas) e Matriz Espacial: contendo os dados da localização com as áreas nas linhas e latitude e longitude nas colunas.

Os dados climáticos foram obtidos pelo “*WorldClim – Global Climate Data*” (Hijmans *et al.* 2005; www.worldclim.org), onde extraímos as seguintes variáveis: sazonalidade — representada pela contagem do número de meses consecutivos com precipitação < 60 mm; precipitação total média anual — somatória das precipitações mensais da média histórica e; temperatura — mínima e máxima. Utilizamos os dados das condições climáticas atuais, que representam “*interpolações de dados observados, representativos da série 1960-1990*” (www.worldclim.org). A extração dos dados climáticos foi realizada a partir do *software Diva-GIS* com base nos dados baixados do *WorldClim*. Os dados estruturais e espaciais foram obtidos do livro de Phillips & Miller (2002) (Anexo 1).

O tratamento utilizado no delineamento experimental é a sazonalidade e como parâmetro para definição de meses secos, aplicamos o critério proposto por Clinebell *et al.* (1995), que define como mês seco aquele com precipitação total inferior à 60 mm, pois a partir

desse valor, a precipitação “é certamente menor do que o potencial de evapotranspiração”. Assim, definimos para este trabalho como sazonais aquelas áreas que apresentam 2 ou mais meses consecutivos com precipitação inferior à 60 mm.

Análise dos dados

Para todos os testes estatísticos adotamos $\alpha \leq 0,05$ e, para testes baseados em permutações, foram realizadas 9999 aleatorizações dos dados. Todos os procedimentos analíticos foram realizados no Programa R (R Core Team 2017).

Para definição dos grupos de sazonalidade (tratamento), aplicamos uma Análise de Coordenadas Principais (ACoP, em inglês “*PCoA*”) baseada em distância euclidiana utilizando a matriz de clima através do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2017). Foram formados três grupos com a separação baseada na precipitação total média anual, contagem de meses secos e temperaturas máximas e mínimas. Posteriormente, avaliamos a existência de diferença na precipitação total média anual entre grupos, onde aplicamos uma análise de variância (ANOVA) baseada em permutação, seguido do teste *post hoc* de Tukey (Zar 2010) para analisar se a quantidade de meses secos afeta a precipitação total média anual (Zar 2010) utilizando a função “*anova one way*” (Legendre 2007) e “*TukeyHSD*” do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2017).

Antes dos testes inferenciais, investigamos a auto correlação espacial dos dados, como sugerido na literatura (Diniz-Filho *et al.* 2003), através de um teste que mensura o grau de associação entre matrizes, denominado análise de Procrustes (Jackson 1995). O Procrustes foi acompanhado por um teste de randomização chamado Protest (Jackson 1995; Peres Neto & Jackson 2001), averiguando sua significância estatística. Esse teste foi aplicado entre a matriz espacial e as matrizes de clima e estrutura, a fim de observar o quanto da variação nos dados climáticos e estruturais são explicados pelo espaço, ou seja, o quanto a proximidade geográfica

entre as áreas explica a variação nos dados de clima e estrutura. Para realização dessas análises utilizamos a função “*protest*” do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2017).

Utilizamos análise de variância multivariada baseada em permutação, denominada PERMANOVA (Anderson 2001; Anderson *et al.* 2008; Anderson & Walsh 2013), para avaliar se existe diferença na estrutura e clima entre os grupos de sazonalidade (não-sazonais, sazonais e super-sazonais). Nesta análise foram utilizadas as matrizes climática e de estrutura em função de cada tratamento, permitindo detectar diferenças estruturais e climáticas entre áreas previamente agrupadas como “não-sazonais”, “sazonais” e “super-sazonais”. Essa análise foi realizada com a função “*adonis2*” disponibilizada pelo pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2017). A seguir, para testar a hipótese da diferença na riqueza e abundância de árvores e lianas em áreas que apresentam diferentes comprimentos da estação seca, foi utilizada ANOVA baseada em permutação, seguido de um teste *post-hoc* de Tukey (Zar 2010), através da função “*anova one way*” (Legendre 2007) para testar a diferença entre tratamentos.

Para testar a relação entre riqueza e abundância de árvores e lianas e as variáveis climáticas foram utilizados modelos de regressão linear. As regressões lineares foram aplicadas às quatro variáveis climáticas — sazonalidade (comprimento da estação seca), precipitação total média anual e temperaturas máxima e mínima —, em função da riqueza e abundância de árvores e lianas. Também aplicamos regressões lineares entre riqueza/abundância de árvores e riqueza/abundância de lianas, para verificar a relação entre esses dois componentes. Ademais, comparamos o coeficiente de determinação (R^2 ajustado) dessas relações, com o obtido para as variáveis climáticas, testando nossa segunda hipótese de que as relações estruturais explicam melhor a variação de riqueza de lianas e árvores do que as variáveis climáticas. As regressões lineares foram aplicadas através dos comandos *plot*, *abline* e *summary* disponibilizada pelo Programa R (R Core Team 2017).

RESULTADOS

Clima e sazonalidade

A Análise de Coordenadas Principais (ACoP) aplicada na matriz de clima (eixo 1 = 54,2% e eixo 2 = 36,1%) indicou que as áreas sazonais e não sazonais formam três grandes grupos, ordenando de forma separada (Fig. 3). As áreas foram ordenadas em um gradiente de precipitação e sazonalidade, partindo de valores elevados de precipitação nas áreas não sazonais, reduzindo gradualmente conforme aumentavam os meses consecutivos com precipitação inferior a 60 mm (Fig. 3). Assim, de acordo com a quantidade de meses secos consecutivos, a ACoP indicou a formação de três grupos de sazonalidade, os quais denominamos: não-sazonal (vermelho, 0 e 1 mês com precipitação inferior a 60 mm), sazonal (verde, de 2 a 5 meses consecutivos com precipitação < 60 mm), super-sazonal (azul, 6 a 8 meses consecutivos com precipitação < 60 mm).

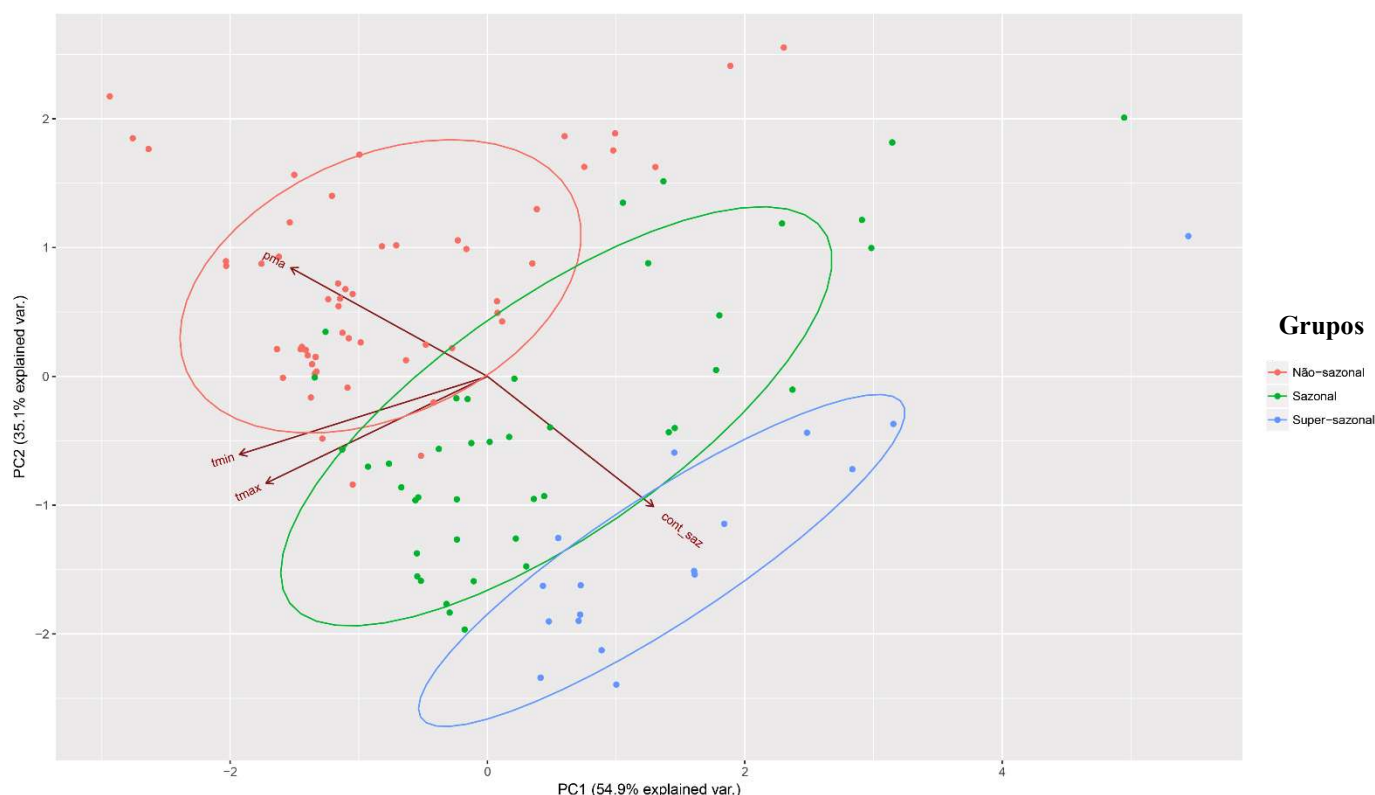


Figura 14. Análise de Coordenadas Principais (ACoP) aplicada na matriz de dados climáticos para exploração dos dados e formação dos grupos de sazonalidade. Grupos de sazonalidade: Não-sazonal = 0 e 1 mês com precipitação ≤ 60 mm; Sazonal = 2 a 5 meses consecutivos com precipitação ≤ 60 mm; Super-sazonal = 6 a 8 meses consecutivos com precipitação ≤ 60 mm.

Áreas com diferentes comprimentos de estação seca apresentam diferenças em sua estrutura climática, uma vez que a PERMANOVA apresentou resultado significativo para o conjunto de variáveis climáticas dos grupos de sazonalidade ($p < 0,001$; $F = 34,388$). Quanto a precipitação total média anual, a ANOVA (Fig. 4) confirmou diferença significativa entre os grupos de sazonalidade ($p < 0,001$; $F = 43,09509$), assim como o teste de Tukey demonstrou diferença significativa entre os grupos. A análise de Procrustes/Protest demonstrou que a distância espacial explica significativamente apenas 16,74% da variação nos dados climáticos ($p = 0,0361$; $m^2 = 0,972$; Rotação de Procrustes = 0,1674), demonstrando baixa auto correlação espacial nos dados.

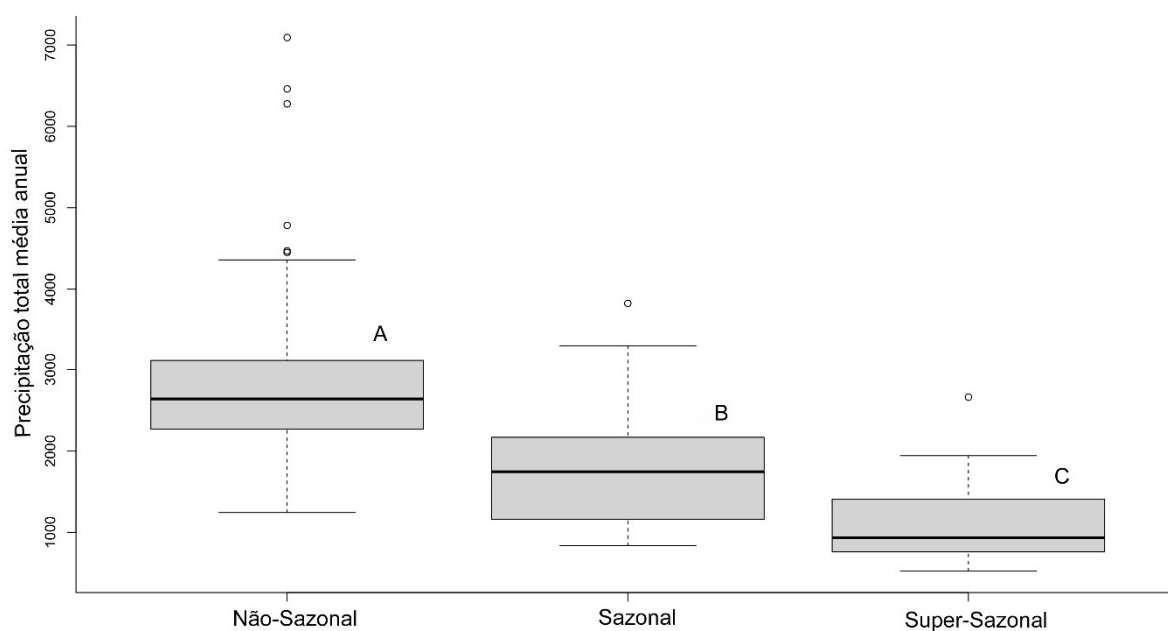


Figura 15. Resultado da ANOVA testando a diferença de precipitação total média anual entre os grupos de tratamento. As letras (A, B e C) representam o resultado do teste de Tukey (Zar 2010). Grupos de sazonalidade: Não-sazonal = 0 e 1 mês com precipitação ≤ 60 mm; Sazonal = 2 a 5 meses consecutivos com precipitação ≤ 60 mm; Super-sazonal = 6 a 8 meses com precipitação ≤ 60 mm.

Estrutura

Áreas com diferentes comprimentos de estação seca (grupos de sazonalidade) apresentam diferença significativa em sua estrutura, observados nos resultados da

PERMANOVA, que mostraram diferença estrutural significativa do componente lenhoso entre áreas “não-sazonais”, “sazonais” e “super-sazonais” ($p < 0,001$; $F = 9,3182$). A distância espacial entre as áreas explicou significativamente apenas 22,07% da variação nos dados estruturais (Procrustes/Protest: $p = 0,0022$; $m^2 = 0,9513$; Rotação de Procrustes = 0,2207), indicando que outras variáveis, além da distância geográfica, estão afetando a estrutura das florestas.

Variáveis climáticas e sua influência na riqueza e abundância

a) Sazonalidade

Árvores

Os grupos de sazonalidade diferiram significativamente em relação à riqueza de árvores (ANOVA: $p < 0,001$; $F = 20,991$) e, através do teste de Tukey, verificamos que houve diferença significativa entre o grupo não-sazonal e os grupos sazonal e super-sazonal (Fig. 5). O teste de Tukey também demonstrou não haver diferença significativa entre os grupos com sazonal e super-sazonal (Fig. 5). Houve relação negativa significativa entre o número de espécies de árvores e o comprimento da estação seca ($R^2_{ajst} = 0,1882$; $F = 30,2$; $p < 0,001$), indicando que quanto maior o número de meses com precipitação inferior a 60 mm, menor é a riqueza de árvores (Fig. 6, Tab. 1). Não houve relação significativa entre a abundância de árvores e os grupos de sazonalidade (Tab. 1 e Fig. 6).

Lianas

Houve diferença significativa da riqueza de lianas e os grupos de sazonalidade (ANOVA: $p = 0,0003$; $F = 7,92$). No teste de Tukey, encontramos diferença significativa entre a riqueza de lianas e as áreas super-sazonal e não-sazonal, não havendo diferença significativa entre o não-sazonal e o sazonal (Fig. 5 e Tab. 1), indicando que áreas não sazonais e com curto período de seca, apresentam maior riqueza de lianas do que áreas com mais de 5 meses de seca.

Houve relação significativa entre a riqueza de lianas e o comprimento da estação seca ($R^2_{ajst} = 0,1117$; $F = 16,85$; $p < 0,001$), no entanto, observamos que essa relação foi quadrática, atingindo seu limiar no quarto mês com precipitação inferior a sessenta milímetros. Não houve diferença significativa da abundância de lianas nos grupos de sazonalidade (Fig. 6 e Tab. 1).

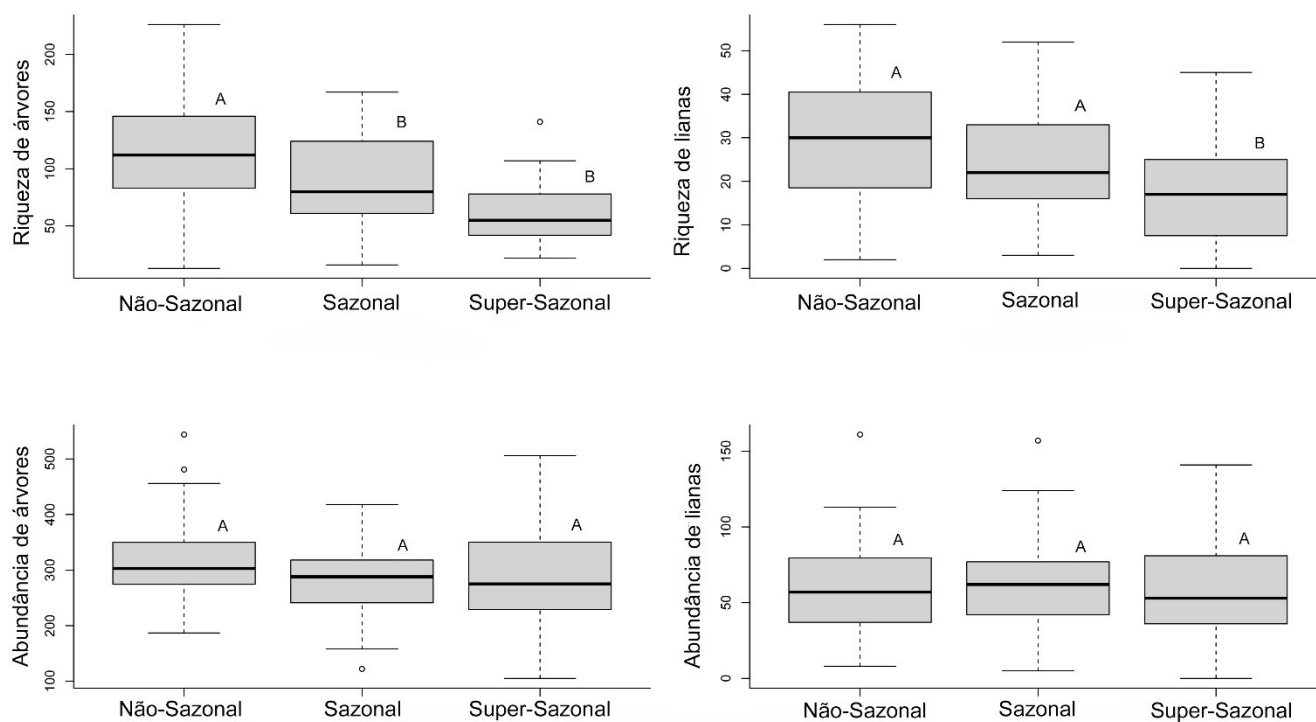


Figura 16. Boxplots apresentando a ANOVA e o teste *post-hoc* de Tukey (A e B) para verificar a diferença na riqueza e abundância de árvores e lianas entre os grupos de sazonalidade. Grupos de sazonalidade: Não-sazonal = 0 e 1 mês com precipitação ≤ 60 mm; Sazonal = 2 a 5 meses consecutivos com precipitação ≤ 60 mm; Super-sazonal = 6 a 8 meses com precipitação ≤ 60 mm.

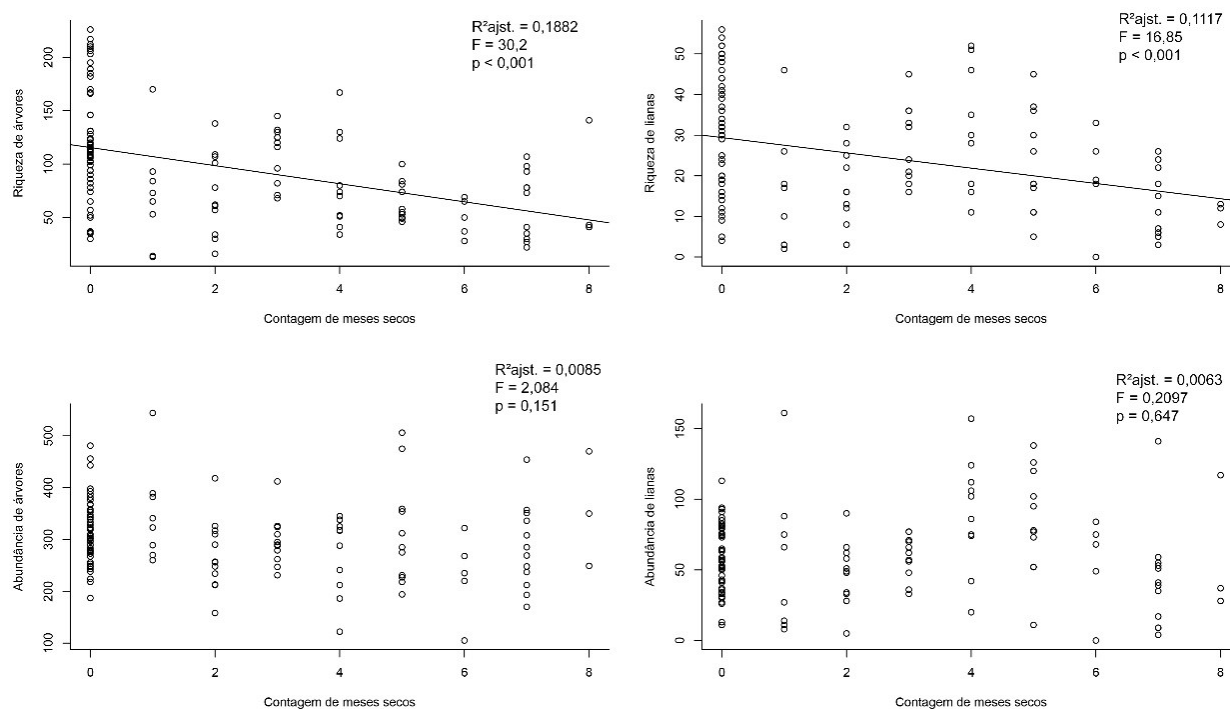


Figura 17. Regressões lineares entre riqueza e abundância de lianas e árvores e contagem de meses secos (precipitação mensal ≤ 60 mm) consecutivos.

b) Precipitação total média anual

- Árvores: houve relação positiva e significativa entre a riqueza de árvores e a precipitação total média anual ($R^2_{ajst} = 0,2225$; $F = 37,05$; $p < 0,001$), indicando que quanto maior a precipitação, maior é o número de espécies de árvores. Não houve relação significativa entre o número de indivíduos arbóreos e o aumento da (Fig. 7 e Tab. 1).

- Lianas: houve relação positiva e significativa entre a riqueza de lianas e a precipitação total média anual ($R^2_{ajst} = 0,1083$; $F = 16,3$; $p < 0,001$), embora com baixo coeficiente de determinação. Não houve relação significativa entre a abundância de lianas e a precipitação (Fig. 7 e Tab. 1).

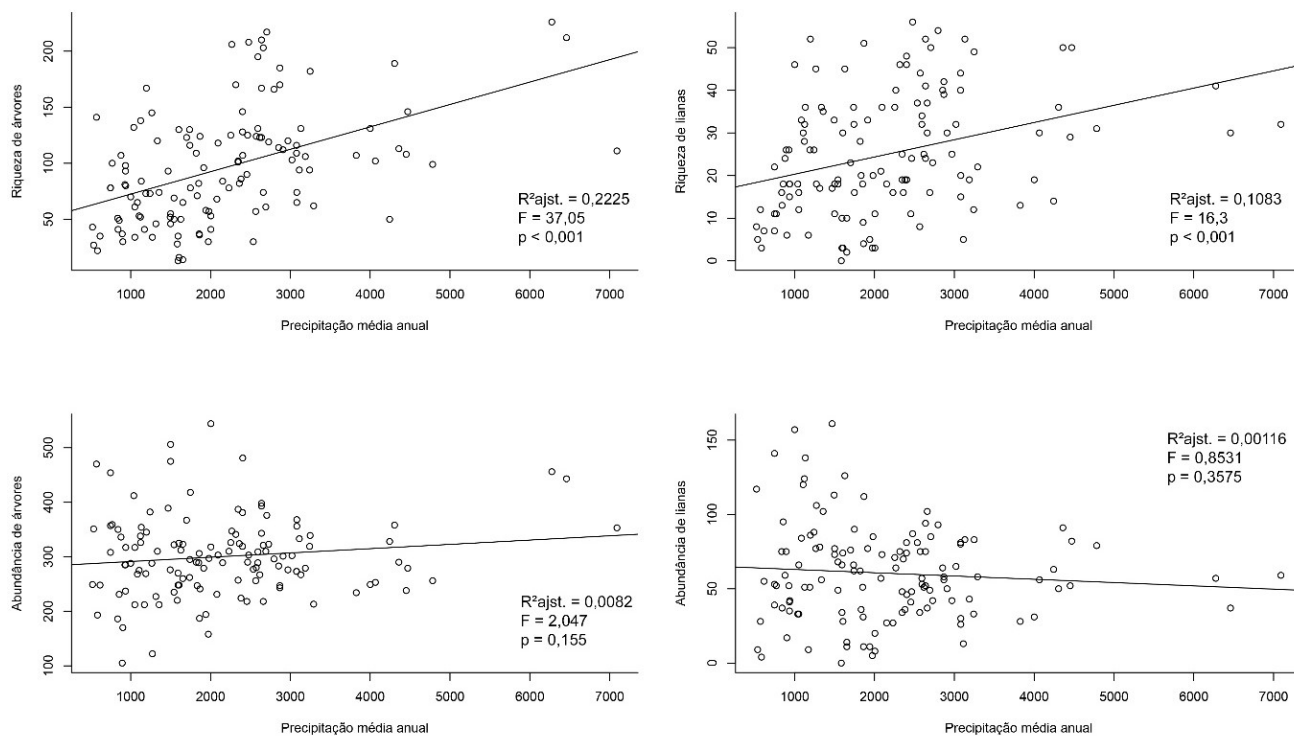


Figura 18. Regressões lineares entre riqueza e abundância de lianas e a precipitação total média anual (mm).

c) Temperatura mínima

- Árvores: houve relação positiva e significativa entre a riqueza de árvores e a temperatura mínima ($R^2_{ajst} = 0,0683$; $F = 10,24$; $p = 0,001$). Não houve relação significativa entre a riqueza de árvores e o aumento da temperatura mínima (Fig. 8 e Tab. 1).

- Lianas: houve relação positiva e significativa entre a riqueza de lianas e a temperatura mínima ($R^2_{ajst} = 0,07084$; $F = 10,61$; $p = 0,001$). Não houve relação significativa entre a abundância de lianas e o aumento da temperatura mínima (Fig. 8 e Tab. 1).

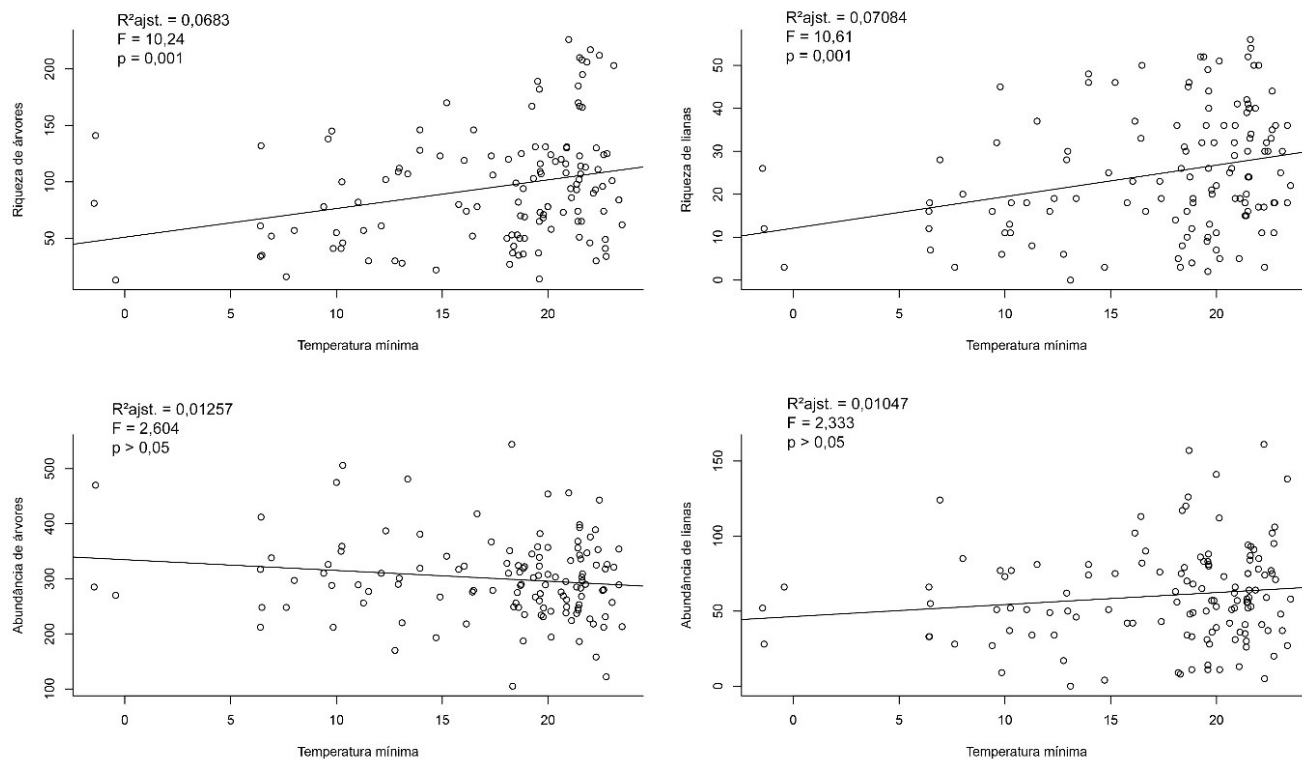


Figura 19. Regressões lineares entre riqueza e abundância de árvores e lianas e a temperatura mínima (°C).

d) Temperatura máxima

- Árvores: houve relação positiva significativa entre a riqueza de árvores e o aumento da temperatura máxima ($R^2_{ajst} = 0,03596$; $F = 5,7$; $p = 0,0184$). Não houve relação significativa entre a abundância de árvores e o aumento da temperatura (Fig. 9 e Tab. 1).

- Lianas: houve relação positiva significativa entre riqueza de lianas e o aumento da temperatura máxima ($R^2_{ajst} = 0,03596$; $F = 5,7$; $p = 0,0184$). Houve relação positiva significativa entre a abundância de lianas e o aumento da temperatura máxima ($R^2_{ajst} = 0,03265$; $F = 5,253$; $p = 0,023$), porém obtivemos um baixo coeficiente de determinação.

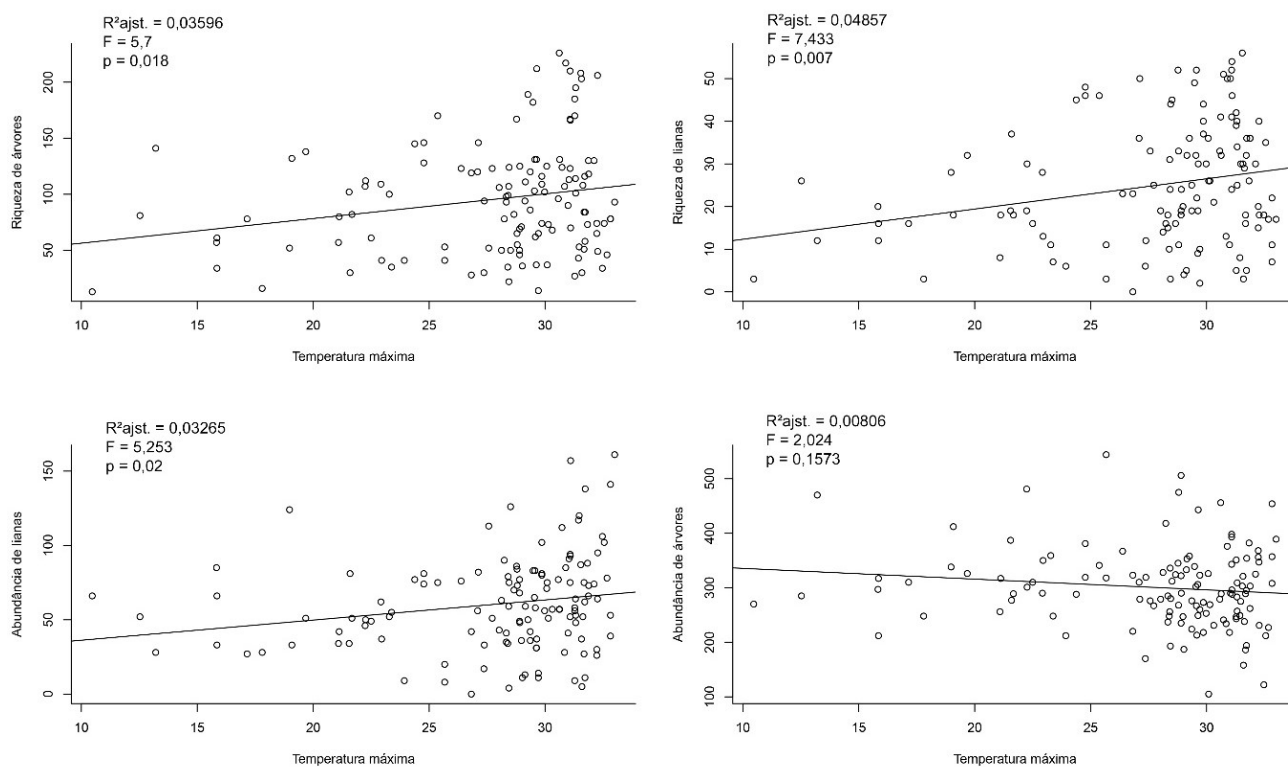


Figura 20. Regressões lineares entre riqueza e abundância de árvores e lianas e a temperatura máxima (°C).

Tabela 4. 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).

Descritor	Variável Ambiental	Hábito	R ² ajustado	F	P
Riqueza	Pma	Árvores	0,2225	37,05	< 0,001 *
		Lianas	0,1083	16,3	< 0,001 *
	Tmáx	Árvores	0,03596	5,7	0,01 *
		Lianas	0,04857	7,433	0,0073 *
	Tmín	Árvores	0,0683	10,24	0,001 *
		Lianas	0,07084	10,61	0,001 *
Abundância	Sazonalidade	Árvores	0,1882	30,2	< 0,001 *
		Lianas	0,1117	16,85	< 0,001 *
	Pma	Árvores	0,008241	2,047	0,155
		Lianas	0,001168	0,8531	0,3575
Tmáx	Árvores	0,00806	2,024	0,1573	
	Lianas	0,03265	5,253	0,02358 *	

Continuação da Tabela 1.

	T _{mín}	Árvores	0,01257	2,604	0,1091
	T _{mín}	Lianas	0,01047	2,333	0,1292
Sazonalidade		Árvores	0,008531	2,084	0,1513
		Lianas	0,006312	0,2097	0,6478

Relações entre árvores e lianas

Encontramos relação positiva significativa entre o número de espécies de árvores e o número de espécies de lianas ($R^2_{ajst} = 0,4793$; $F = 117$; $p < 0,0001$), demonstrando que quanto maior a riqueza de espécies arbóreas (forófitos), maior a riqueza de lianas. Não houve relação significativa entre as relações de abundância de árvores e abundância de lianas, riqueza de árvores e abundância de lianas e riqueza de lianas e abundância de árvores (Fig. 10 e Tab. 2).

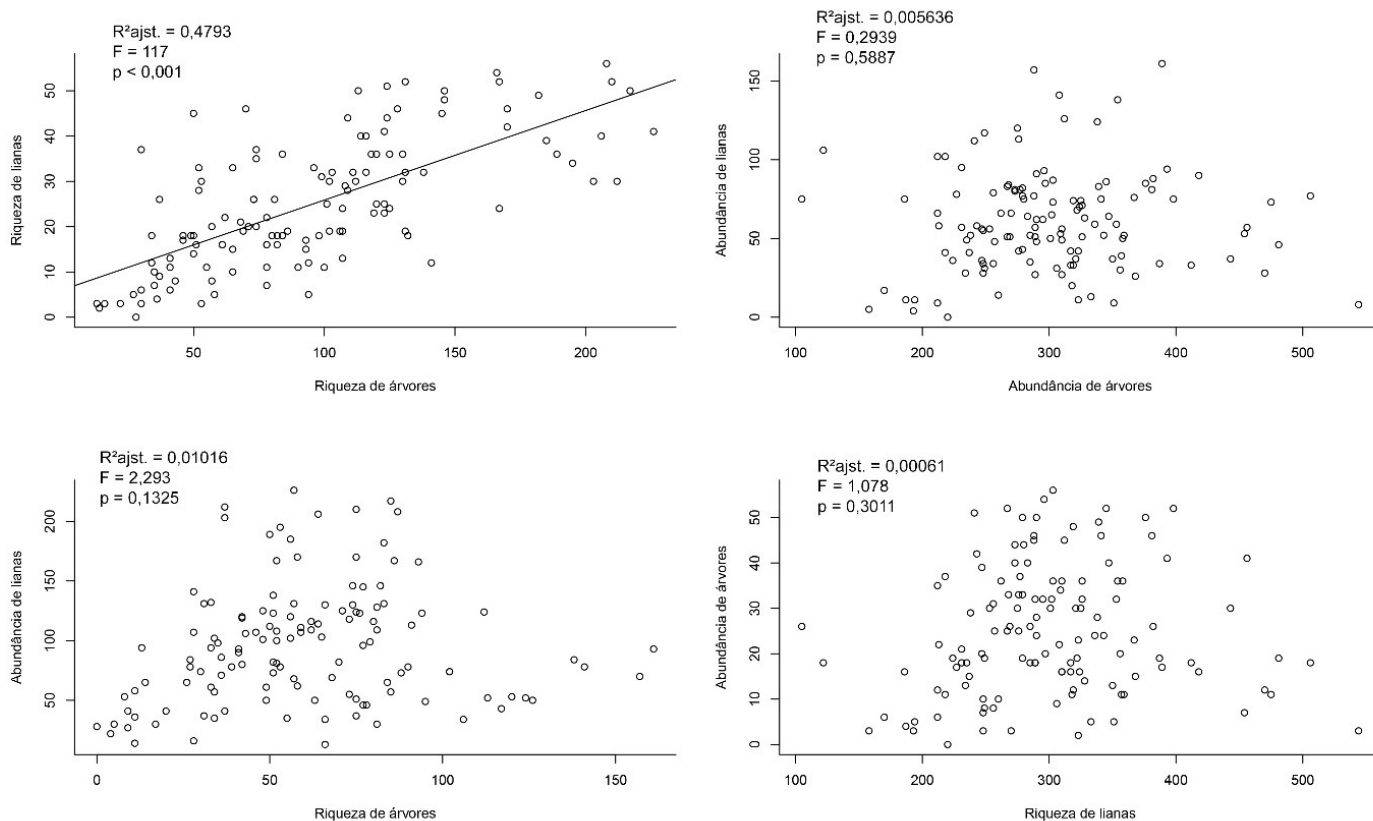


Figura 21. Regressões lineares para testar as relações entre riqueza e abundância de árvores e lianas.

Tabela 5. Resultados das regressões lineares entre riqueza e abundância de árvores e lianas. (* p < 0,05)

Árvores	Lianas	R ² ajustado	F	P
Riqueza	Riqueza	0,4793	117	< 0,001 *
Abundância	Abundância	0,005636	0,2939	0,5887
Riqueza	Abundância	0,01016	2,293	0,1325
Abundância	Riqueza	0,0006199	1,078	0,3011

DISCUSSÃO

Áreas não sazonais apresentam maior riqueza de espécies arbóreas do que aquelas que possuem uma estação seca (≥ 2 meses consecutivos com precipitação < 60 mm). As lianas também são mais ricas em áreas não sazonais, no entanto, observamos uma tendência a aumentarem o número de espécies com o prolongamento, até certo ponto (1 a 4 meses), da estação seca. Ambientes com distribuição regular de precipitação, disponibilizam maior quantidade de recursos para as plantas, favorecendo o aumento no número de indivíduos e o consequente ganho na diversidade. Essa afirmação está fundamentada na teoria espécie-energia, proposta por Wright (1983), a qual foi desenvolvida com base nos modelos de biogeografia de ilhas desenvolvidos por MacArthur & Wilson (1963, 1967) e Preston (1962), e que fora revisitada por Hawkins *et al.* (2003). Essa teoria afirma que a maior disponibilidade de água-energia (*net primary production* – produção líquida primária) proporciona maior abundância de indivíduos, maiores taxas de especiação e uma reduzida taxa de extinção, gerando aumento no número de espécies.

Nesse contexto, observamos em nossos resultados que as árvores são menos resistentes a períodos secos do que lianas, apresentando maior diversidade em áreas não sazonais, as quais ofertam maior quantidade de recursos, assim como ocorreu para as lianas. Por sua vez, as lianas

suportam melhor a estação seca, possuindo tendência em aumentar o número de espécies com o prolongamento da estação seca, atingindo seu limiar no quarto mês consecutivo com precipitação inferior à 60 mm. Existem alguns mecanismos que explicam a capacidade das lianas em suportar melhor a estação seca do que as árvores, sendo um dos mais aceitos a presença de um eficiente sistema vascular e extensas raízes (Schnitzer 2005; Schnitzer & Bongers 2011). Carvalho *et al.* (2014) afirmam que devido a algumas características de seu sistema de transporte hídrico, as lianas podem sobreviver em locais semiáridos. Em estudo recente, De Guzman *et al.* (2016), encontraram que as lianas têm ótima capacidade de transporte de água, e um sistema de condução hídrico maior do que o observado nas árvores, afirmando que árvores e lianas investem em diferentes sistemas, sendo que as árvores optam por segurança, e as lianas por eficiência. Collins *et al.* (2016) a partir de estudos realizados nas raízes e folhas de lianas e árvores, concluem que as lianas possuem respostas fisiológicas mais rápidas e eficientes para aquisição de recursos do que as árvores. Tais características anatômicas e fisiológicas atribuídas ao sistema de transporte hídrico das lianas, permitem que elas suportem a estação seca, levando certa vantagem na competição com as árvores.

Além da relação com a sazonalidade, obtivemos que a riqueza de árvores e lianas está positivamente relacionada com as médias anuais de precipitação, ou seja, quanto maior a precipitação, maior o número de espécies de árvores e lianas. Esse resultado foi congruente com o verificado para sazonalidade, pois observamos diferença significativa nas médias anuais de precipitação entre os grupos de sazonalidade (“não-sazonal”, “sazonal” e “super-sazonal”), demonstrando que quanto maior o comprimento da estação seca, menores serão as médias de precipitação. Portanto, maior disponibilidade de recursos hídricos proporciona um aumento no número de espécies que compõem o componente lenhoso de áreas situadas no Neotrópico. Os coeficientes de determinação (R^2 ajustado) dessas relações não foram elevados (árvores: 22,25% e lianas: 10,83%), porém, observa-se nítida tendência na reta. Os baixos valores de R^2 ajustado

encontrados, podem indicar que outros fatores, tanto bióticos, quanto abióticos, estão atuando na variação da riqueza das comunidades vegetais neotropicais aqui estudadas, tendo em vista que modelos com mais de uma variável podem apresentar melhor ajuste. Ressaltamos também que a ampla variedade climática, pedológica, e fisionômica observada nessa região, o que pode dificultar a elucidação de padrões.

A relação estrutural entre as riquezas de árvores e lianas, apresentou maior capacidade de explicação da variação nos dados dentre todas as outras regressões testadas neste estudo, demonstrando que quanto maior a riqueza de árvores em florestas neotropicais, maior é o aumento no número de espécies de lianas. Assim, relações estruturais, ou de composição, explicam melhor a variação da riqueza de lianas nas florestas neotropicais aqui estudadas do que os fatores climáticos analisados. Sfair & Martins (2011) propõem que a alta heterogeneidade de árvores aumenta a riqueza de lianas, demonstrando que o número de espécies de lianas está positivamente relacionado com a diversidade (Shannon) de árvores, resultado similar ao que encontramos, pois verificamos a relação entre riqueza de árvores e riqueza de lianas.

De acordo com o proposto no parágrafo anterior, a alta diversidade de árvores proporciona alta heterogeneidade de características morfológicas (e.g. tipo de casca, taxas de crescimento, altura), tendo em vista que os forófitos podem desenvolver estruturas que dificultam ou facilitam o estabelecimento de lianas (Sfair *et al.* 2016). Em trabalho de filogenia, Zulqarnain *et al.* (2016) verificaram que existe um sinal filogenético no sistema de escalada (e.g. gavinha, volúvel, raiz adventícia) das lianas sendo que espécies mais próximas filogeneticamente, podem compartilhar características semelhantes dos forófitos. Isso indica que espécies diferentes de lianas, ou filogeneticamente mais distantes, teriam maior probabilidade de colonizarem forófitos com distintas características, o que pode vir a favorecer o processo de especiação, gerando aumento na riqueza de lianas.

Além da heterogeneidade dos forófitos, disponibilidade de suporte é outra hipótese presente na literatura para explicar a relação entre árvores e lianas. Carrasco-Urra & Gianoli (2009) sugerem que quanto maior a abundância de forófitos, maiores serão as oportunidades de colonização para as lianas, resultando em maior abundância. As relações entre abundância e variáveis ambientais testadas no presente trabalho não foram significativas, com exceção para temperatura máxima e lianas, onde verificamos que áreas com temperatura máxima mais elevada, apresentam maior número de indivíduos de lianas. Apesar dessa relação ser significativa, ela apresentou baixo coeficiente de determinação, indicando haver outros fatores que poder atuar na predição da abundância de lianas para as áreas de florestas neotropicais aqui estudadas.

Especulamos que áreas situadas nos Neotrópicos, com maiores temperaturas, podem apresentar maior abundância de lianas, supondo ser a temperatura uma variável importante para a predição de abundância em florestas neotropicais. A relação entre temperatura e abundância/densidade de lianas foi explorada em alguns estudos como no de van der Heijden & Phillips (2008), que observaram um aumento na densidade de lianas em áreas com temperaturas mais elevadas na região Neotropical. Em um gradiente altitudinal na Mata Atlântica do Sudeste, Alves *et al.* (2011), verificaram que a temperatura mínima pode reduzir a abundância e biomassa de grandes lianas. Padrão semelhante ao encontrado para florestas temperadas por Londré & Schnitzer (2006), os quais apontaram que lianas têm mais sucesso em áreas com temperaturas mínimas mais elevadas. Sperry *et al.* (1987) e Schnitzer (2005), apontam que a abundância de lianas é reduzida em locais que apresentam temperaturas negativas.

Os padrões e hipóteses geradas no estudo de van der Heijden & Phillips (2009) e testadas no presente trabalho, foram propostas com base na análise de áreas provenientes do banco de dados de Alwyn Howard Gentry (Phillips & Miller 2002), o qual apresenta forte viés para a

região noroeste e Andina da América do Sul, onde estão localizadas grande parte das áreas contidas no banco de dados, especialmente para países como Colômbia, Peru, Bolívia e Equador. Sugerimos que os próximos estudos ampliem a amostragem de Gentry, incluindo áreas situadas na região central e litorânea do Brasil, a fim de representar de forma mais abrangente a região Neotropical. Assim, os padrões de variação na riqueza e abundância de árvores e lianas seriam melhor explorados, representando de forma mais consistente, a ampla e heterogênea região Neotropical. Os modelos lineares simples que utilizamos, resultaram, na grande maioria, em baixos valores do coeficiente de determinação, o que pode ser explicado pela grande quantidade de variáveis bióticas e abióticas que podem influenciar as variações de riqueza e abundância de árvores e lianas na ampla e heterogênea região Neotropical. Ademais, a possibilidade de utilizar modelos mais complexos, buscando obter um melhor ajuste, bem como o acréscimo de outras variáveis seria válido.

CONCLUSÃO

Corroboramos a hipótese de que áreas não sazonais apresentam maior riqueza de árvores e lianas do que áreas sazonais, como proposto por van der Heijden & Phillips (2009), porém, verificamos uma tendência no aumento da riqueza de lianas com o prolongamento da estação seca (entre 1 e 4 meses com precipitação ≤ 60 mm). A variação na diversidade de árvores e lianas foi melhor explicada por fatores estruturais, ou de composição, do que por variáveis climáticas, uma vez que a riqueza de árvores explicou melhor a variação na riqueza de lianas do que as variáveis climáticas aqui testadas. Sugerimos intensificar o esforço amostral de forma a abranger áreas na região central e litorânea do Brasil, utilizando o método de Gentry, para maior amplitude e melhor distribuição dos pontos amostrais, a fim de representar a região Neotropical como um todo, o que pode vir a elucidar de forma mais consistente as variações de riqueza e abundância de árvores e lianas.

REFERÊNCIAS

Alves, L.F.; Assis, M.A.; Melis, J.V.; Barros, A.L.S.; Vieira, S.A.; Martins, F.R.; Martinelli, L.A. & Joly, C.A. 2011. Variation in liana abundance and biomass along an elevational gradient in the tropical Atlantic Forest (Brazil). *The Ecological Society of Japan*.

Álvarez-Casino, L.; Schnitzer, S.A.; Reid, J.P. & Powers, J.S. 2015. Liana competition with tropical trees varies seasonally but not with trees species identity. *Ecology*, vol. 96(1), p. 39-45.

Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* vol.26, p. 32–46.

Anderson, M. J., Gorley, R. N. & Clarke, K. R. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, UK.

Anderson, M.J. & Walsh, D.C.I. 2013. PERMANOVA, ANOSIM and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*, vol. 83(4), p. 557-574.

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.

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

Carvalho, E.C.D.; Martins, F.R.; Soares, A.A.; Oliveira, R.S.; Muniz, C.R. & Araújo, F.S. 2014. Hydraulic architecture of lianas in a semiarid Climate: efficiency or safety? *Acta Botanica Brasilica*, vol. 29(2), p. 198-206.

Carrasco-Urra, F. & Gianoli, E. 2009. Abundance of climbing plants in a southern temperate rain forest: host tree characteristics or light availability? *Journal of Vegetation Science*, vol. 20, p. 1155–1162.

Carsten, L. D.; Juola, F. A.; Male, T. D. & Cherry, S. 2002. Host associations of lianas in a south-east Queensland rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, vol. 18, p. 107-120.

Clark, D. B. & Clark, D. A. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a Costa Rican tropical wet forest. *Journal of Tropical Ecology* vol. 6, p. 321-331

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.

Collins, C.G.; Wright, S.J. & Wurzburger, N. 2016. Root and leaf traits reflect distinct resource acquisition strategies in tropical lianas and trees. *Oecologia*, vol. 180, p. 1037-1047.

De Guzman, M. E.; Santiago, L.S.; Schnitzer, S.A. & Álvarez-Casino, L. 2016. Trade-offs between water transport capacity and drought resistance in neotropical canopy liana and tree species. *Tree Physiology*, vol. 1, p. 1-11.

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.

Diniz-Filho, J.A.F.; Bini, L.M. & Hawkins, B.A. 2003. Spatial autocorrelation and red herings in geographical ecology. *Global Ecology & Biogeography*, vol. 2, p. 53-64.

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.

Gentry, A.H. & Dodson, C. 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica*, vol. 19(2), p. 149-156.

Grauel, W. T. & Putz, F.E. 2004. Effects of lianas on growth and regeneration of *Prioriacopaiferain* Darien, Panama. *Forest Ecology and Management*, vol. 190, p. 99–108.

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.

Hegarty, E. E. & Caballé, G. 1991. The Biology of Vines (eds. Putz, F. E. & Mooney, H. A.) p. 313–336, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

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* vol. 25, p. 1965-1978.

Jackson, D.A. 1995. PROTEST: A PROcrustean Randomization TEST of community environment concordance. *Ecoscience*, 2(3), p. 297-303.

Legendre, P. 2007. R-language functions. Disponível em:
<<http://adn.biol.umontreal.ca/~numerica/ecology/Rcode/>>

Londré, R.A. & Schnitzer, S.A. 2006. The distribution of lianas and their change in abundance in temperate forests over the past 45 years. *Ecology*, vol. 87(12), p. 2973-2978.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. - *Evolution* vol. 17, p. 373-387.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. 1967. *The theory of island biogeography*. - Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.

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

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, vol. 403(6772), p. 853-858.

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E. & Wagner, H. 2017. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-2. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

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.

Pausas, J.G. & Austin, M.P. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science*, vol. 12, p. 153-166.

Peres-Neto, P.R. & Jackson, D.A. 2001. How well do multivariate data sets match? The advantages of a Procrustean superimposition approach over the Mantel test. *Oecologia*, vol. 129, p. 169-178.

Phillips, O., Martínez, R.V., Arroyo, L., Baker, T.R., Killeen, T., Lewis, S.L., Malhi, Y., Mendoza, A.M., Neil, D., Vargas, P.N., Alexiades, M., Cerón, C., Di Fiore, A., Erwin, T., Jardim, A., Palacios, W., Saldias, M. & Vinceti, B. 2002. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature*, vol. 418, p. 770-774.

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

Preston, F. W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity: I and II. – *Ecology*, vol. 43, p. 185-215 e 410-432.

Putz, F. E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*, vol. 65(6), p. 1713-1724.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

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

Schnitzer, S.A. & Bongers, F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 17, p. 223-231

Schnitzer, S.A. & Bongers, F. 2011. Increasing liana abundance and biomass in tropical forests: emerging patterns and putative mechanisms. *Ecology Letters*, vol. 14, p. 397-406.

Sfair, J.C. & Martins, F.R. 2011. The role of heterogeneity on climber diversity: is liana diversity related to tree diversity? *Global Journal of Biodiversity Science and Management*, vol. 1(1), p. 1-10.

Sfair, J.C.; Rochelle, A.L.C.; Rezende, A.A.; van Mellis, J.; Burnham, R.J.; Weiser, V.L. & Martins, F.R. 2016. Liana avoidance strategies in trees: combined attributes increase efficiency. *Tropical Ecology*, vol. 57(3), p. 559-566.

Sperry, J.S.; Holbrook, N.M.; Zimmerman, M.H. & Tyree, M.T. 1987. Spring filling of xylem vessels in wild grapevine. *Plant Physiology*, vol. 83, p. 414–417

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.

Wang, Z.; Brown, J.H.; Tang, Z. & Fang, J. 2009. Temperature dependence, spatial scale, and tree species diversity in eastern Asia and North America. *PNAS*, vol. 106, p. 13388-13392.

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

Wright, S.J. 2010. The future of tropical forests. *Ann. NY Acad. Sci.*, 1195, p. 1–27.

Zar, J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 4th ed., Pearson, Upper Saddle River, New Jersey

Zulqarnain, I.A.S.; Sfair, J.C.; van Melis, J.; Weiser, V.L. & Martins, F.R. 2016. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, vol. 21, p. 14-22.

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.

ANEXO

Tabela 3. Dados climáticos e espaciais utilizados nas análises desenvolvidas no segundo capítulo. ABBREV. = abreviação; SAZ. = sazonalidade; CMP = contagem de meses consecutivos com precipitação ≤ 60 mm; PMA = precipitação total média anual; TMÁX = temperatura máxima; TMÍN = temperatura mínima. Origem dos dados: dados climáticos (*Worldclim*); dados espaciais e fisionomia (Phillips & Miller 2002). Obs. fisionomias apresentadas conforme definido por Gentry e disponibilizado no livro de Phillips & Miller (2002).

ÁREA	PAÍS	ABREV.	SAZ.	CMP	PMA	TMAX	TMIN	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	FISIONOMIA
Allpahuayo	Peru	allpahua	não	0	2478	31.54	21.6	110	-4.5833	73.7	tropical moist forest
Alter do Chao	Brasil	alterdoc	sim	2	1973	31.59	22.27	4	-2.0833	55.6167	tropical moist forest
Alto de Mirador	Colômbia	altodemi	não	1	1653	29.71	19.59	811	4.3359	-75.1166	tropical premontane wet forest
Alto de Sapa	Colômbia	altosapa	não	0	4244	28.12	18.06	887	7.2833	75.15	tropical montane rain forest
Anchicayã	Colômbia	anchicay	não	0	7092	29.15	22.36	21	4.25	77.3833	tropical moist forest
Antado	Colômbia	antado	não	0	4360	31.03	21.77	212	7.4167	76.5333	tropical lower montane rain forest
Araracuara	Colômbia	araracua	não	0	2705	30.89	22	242	0.7	72.55	tropical moist forest
Belem-Mocambo	Brasil	belem	sim	2	2346	31.32	23.03	14	-1.0833	48.6333	tropical moist forest
Benito Juarez	México	benito	sim	6	1584	26.82	13.1	1546	15.55	-92.4167	subtropical lower montane moist forest
Berbice River	Guiana	berbicer	não	0	2455	30.99	22.14	93	5.0833	58.1333	tropical moist forest
Fila de Bilsa	Equador	bilsa	não	0	2382	29.36	21.11	140	0.726	-79.2086	tropical dry forest
Blohm Ranch	Venezuela	blohmr	sim	5	1315	32.67	21.98	73	8.95	67.9667	tropical dry forest
Boraceia	Brasil	boraceia	não	0	2346	21.55	12.33	818	-23.6333	46	subtropical lower montane rain forest
Bosque de Guadeloupe	México	bosquede	sim	7	616	23.38	6.48	2471	19.0833	-97.5833	subtropical lower montane moist
Cabeza de Mono	Peru	cabezade	não	0	2618	27.72	14.9	1079	-10.55	75.05	tropical wet forest
Bajo Calima	Colômbia	calima	não	0	6460	29.64	22.43	46	4.5333	77	tropical wet forest
Camorin-Jacarepagua	Brasil	camorin	sim	3	1335	27.09	18.13	144	-22.9682	-43.4315	subtropical moist forest
Campano	Colômbia	campano	sim	3	2361	28.66	18.6	671	11.2167	74.0333	tropical lower montane moist forest
Candamo	Peru	candamo	não	0	4306	29.26	19.51	360	-13.0833	70.3833	subtropical rain forest
Carajas	Brasil	carajas	sim	4	1868	30.73	20.13	211	-5.0833	51	tropical premontane moist forest
Carara National Park	Costa Rica	carara	sim	3	2465	28.91	18.74	531	10.2833	-84.8833	tropical moist forest

Continuação da Tabela 3.

Carlos Botelho State Park	Brasil	carlosbo	não	0	1700	26.38	17.32	32	-24.4167	47.55	subtropical lower montane wet forest
Carpanta	Colômbia	carpanta	sim	2	1052	15.85	6.41	3044	4.9667	74.1167	tropical montane rain forest
Cedral	Colômbia	cedral	não	0	2404	22.24	13.37	1868	5.25	75.9167	tropical lower montane wet forest
Centinela	Equador	centinel	sim	7	879	28.43	21.54	143	0.9667	79.55	tropical wet forest
Cerro de la Neblina 1	Venezuela	ceroneb1	não	0	3081	32.23	21.41	105	1.3833	66.3	tropical moist forest
Cerro de la Neblina 2	Venezuela	ceroneb2	não	0	3081	32.23	21.41	105	1.3833	66.3	tropical moist forest
Cerro Aypate	Peru	cerroayp	sim	8	842	22.95	10.22	2256	-4.9667	79.8833	tropical montane wet forest
Cerro El Picacho	Nicaragua	cerroelp	sim	5	1941	31.72	20.15	328	13	-87.4533	tropical lower montane wet forest
Cerro Espejo	Colômbia	cerroesp	sim	2	2693	22.5	12.12	1642	10.7833	73.3833	tropical montane wet forest
Cerro Olumo	Nicaragua	cerroolu	sim	3	1833	28.98	19.79	365	12.05	-85.0667	tropical premontane moist forest
Chamela Upland 1	México	chamela1	sim	7	747	32.82	19.99	42	19.5265	-105.072	subtropical dry forest
Chamela Upland 2	México	chamela2	sim	7	747	32.82	19.99	42	19.5265	-105.072	subtropical dry forest
Chamela Upland 3	México	chamela3	sim	7	747	32.82	19.99	42	19.5265	-105.072	subtropical dry forest
Chaquimayo	Bolívia	chaquima	sim	4	1122	18.98	6.93	3133	-14.95	68.7833	subtropical lower montane wet forest
Chirinos	Peru	chirinos	sim	4	938	21.12	15.78	2598	-5.7	79.4667	tropical lower montane moist forest
Cochacashu	Peru	cochacas	não	0	2573	28.45	22.63	1156	-12.4167	71.5333	tropical premontane moist forest
Loma de los Colorados	Colômbia	colorado	sim	5	1133	31.73	23.35	53	10.6167	75.2833	tropical dry forest
Colosó	Colômbia	colosoi	sim	4	1356	32.55	22.63	63	9.0833	75.1333	tropical dry forest
Constancia	Peru	constanc	não	0	2594	31.32	21.63	108	-4.4167	73.25	tropical moist forest
Cuangos	Equador	cuangos	não	0	2729	26.82	16.04	1201	-3.8	78.3833	tropical premontane wet forest
Bosque de la Cueva	Colômbia	cueva	sim	3	2080	30.31	19.77	465	11.1333	73.7833	tropical premontane moist forest
Alto de Cuevas	Colômbia	cuevas	não	0	2536	21.59	11.52	2171	7.1167	76.0833	tropical lower montane rain forest
Curundu	Panamá	curundu	sim	2	3292	29.58	23.5	46	9.007	-79.554	tropical dry forest
Curuyuqui Riverine	Bolívia	curuyuqr	sim	8	522	31.44	18.38	352	-19.25	62.05	subtropical thorn woodlana
Cuterva Nacional Park	Peru	cutervo	sim	5	769	23.28	10.26	2082	-6.2833	79.1167	tropical lower montane moist forest
Cuzco Amazonico	Peru	cuzcoama	não	0	2593	30.63	19.88	233	-12.9667	69.25	tropical premontane wet forest
Ducke Reserve	Brasil	ducke	não	0	2661	31.57	23.11	26	-3	60.6167	tropical moist forest
El Encanto	Bolívia	encanto	sim	5	2661	29.86	16.14	483	-15.05	60.1167	subtropical moist forest

Continuação da Tabela 3.

Esmeraldas Tropical Garden	Equador	esmerald	sim	6	1084	28.79	21.58	17	0.15	80.0333	tropical dry forest
Farallones de Cali	Colômbia	farall	não	0	3188	28.02	17.39	1061	3.0833	76.9667	tropical lower montane moist forest
Finca Mehrenberg	Colômbia	fincam	não	0	1852	21.67	11.03	2136	2.45	76.0333	tropical lower montane wet forest
Galerazamba	Colômbia	galeraz	sim	4	1272	32.47	22.75	44	10.1333	75.4167	tropical very dry forest
Huamani	Equador	huamani	sim	2	1821	22.92	12.92	1807	1.1167	78.1167	tropical premontane moist forest
Bosque Nacional von Humboldt	Peru	humboldt	não	0	2094	31.88	20.35	235	-9.3833	75	tropical moist forest
Incahuara	Bolívia	incahuar	sim	8	571	13.21	-1.38	4307	-16.5333	67.9667	subtropical lower montane wet forest
Indiana	Peru	indiana	não	0	2796	31.09	21.62	110	-3.8667	73.1167	tropical moist forest
Itirapina. FSJC	Brasil	itirapina	sim	5	1500	28.8	10	770	-20.1753	-47.8739	cerrado sensu stricto
Jatun Sacha	Equador	jatunsac	não	0	3248	29.48	19.59	322	-1.1167	77.1	tropical wet forest
Jauneche	Equador	jauneche	sim	5	1628	28.51	18.66	345	-1.0167	80.05	tropical wet forest
Rio Jejuimi	Paraguay	jejuimi	não	0	1495	27.57	16.43	265	-24.2167	55.8833	subtropical moist forest
Jenaro Herrera	Peru	jenarohe	não	0	2267	32.26	21.84	110	-5.5333	74.25	tropical moist forest
Cerro Kennedy	Colômbia	kennedy	sim	2	2567	21.09	11.28	1869	11.1333	74.0333	tropical montane wet forest
La Genoa	Peru	lagenoa	sim	5	928	12.53	-1.45	4221	-11.1333	75.7	tropical premontane moist forest
La Planada	Colômbia	laplanad	não	0	3113	29.13	21.07	184	1.2167	78.6167	tropical premontane rain forest
La Raya	Colômbia	laraya	sim	4	1603	32.11	22.28	117	8.55	75.5333	tropical moist forest
La Selva	Costa Rica	laselva	não	0	4066	29.98	21.47	39	10.7167	-84.0333	tropical wet forest
Las Joyas	México	lasjoyas	sim	7	902	27.36	12.77	1496	19.9667	-104.2167	subtropical montane wet forest
Linhares	Brasil	linhares	sim	4	1197	28.77	19.24	70	-19.05	40.1167	subtropical moist forest
Luquillo	Puerto Rico	luquillo	não	0	1862	29.02	18.83	266	18.3	-66.3833	subtropical wet forest
Madden Forest	Panama	madden	sim	3	1915	30.57	22.58	26	9.0167	-79.1	tropical moist forest
Alto Madidi	Bolívia	madidi	não	0	2401	24.77	13.95	1631	-13.9667	69.2833	subtropical wet forest
Alto Madidi. ridge top	Bolívia	madidiri	não	0	2401	24.77	13.95	1631	-13.9667	69.2833	subtropical wet forest
Magsaysay	Costa Rica	magsasay	não	0	2909	22.26	12.97	1645	10.0667	-84.0833	tropical wet forest
Manaus	Brasil	manaus	não	1	2152	31.68	23.35	23	-3.2167	60.0333	tropical moist forest

Continuação Tabela 3.

Maquipucuna	Equador	maquipuc	não	0	3242	27.38	18.83	535	0.2	79.0333	tropical lower montane wet forest
Mariquita	Colômbia	mariquit	não	0	2231	17.15	9.4	2613	5.4167	75.3833	tropical dry forest
Miazi	Equador	miazi	sim	2	1125	19.68	9.61	2493	-4.05	79.1167	tropical moist forest
Alto de Mirador	Chile	mirador	não	1	1653	29.71	19.59	811	4.3359	-75.1166	warm temperate montane rain forest
Mishana Old Floodplain	Peru	mishnfl	não	0	2639	31.08	21.49	133	-4.3	73.0833	tropical moist forest
Mishana White Sand	Peru	mishws	não	0	2639	31.08	21.49	133	-4.3	73.0833	tropical moist forest
Mogotes de Nev'rez	Puerto Rico	mogote	não	0	1858	29.62	19.55	161	18.3319	-66.5248	subtropical moist forest
Murri. Colômbia	Colômbia	murri	não	0	4001	29.63	20.88	310	6.9667	77.3833	tropical premontane rain forest
Nuevo Mundo	Bolívia	nuevomun	sim	3	1742	31.71	20.84	163	-11.0833	67.2833	tropical dry forest
Osa-Sirena	Costa Rica	osasiren	não	0	4452	31.63	20.85	35	8.4813	-83.5914	tropical moist forest
Parque El Rey	Argentina	parqueer	sim	7	626	28.37	14.68	393	-24.96	64.11666667	subtropical lower montane moist forest
Santa Rita do Passa Quatro. PDG	Brasil	pdg	sim	5	1500	28.9	10.3	700	-21.625	-47.625	cerrado sensu stricto
Perro Muerto	Equador	perromue	sim	6	1543	28.9	18.89	315	-1.1	80.1167	tropical dry forest
Perseverancia	Bolívia	persever	sim	4	1000	31.1	18.7	295	-15.05	63.0333	subtropical moist forest
Pipeline Road	Panama	pipeline	sim	3	2254	30.07	22.79	80	9.0994	-79.7058	tropical wet forest
Quiapaca	Bolívia	quiapaca	sim	5	1106	31.47	18.55	245	-18.55	59.0833	subtropical dry forest
Quince Ocotes	México	quinceoc	sim	7	1172	23.93	9.85	1891	20.2167	104.4167	subtropical montane moist forest
Rancho Quemado	Costa Rica	ranchoqu	sim	2	3826	30.84	19.67	251	8.6834	-83.5561	tropical moist forest
Pampas del Heath	Peru	rioheath	não	0	3021	29.54	19.31	397	-13.3833	69.3833	tropical premontane wet forest
Rio Manso	Colômbia	riomanso	não	1	2317	25.37	15.21	1484	7.0833	76.1333	tropical wet forest
Rio Negro	Bolívia	rionegro	sim	3	1738	31.87	20.88	168	-10.3833	66.1167	tropical dry forest
Rio Palenque 1	Equador	riopal1	sim	7	935	28.33	21.35	178	0.95	79.55	tropical moist forest
Rio Palenque 2	Equador	riopal2	sim	7	935	28.33	21.35	178	0.95	79.55	tropical moist forest
Rio Tÿvara	Peru	riotavar	não	0	4471	27.12	16.48	1023	-13.5833	70.1167	subtropical rain forest
Round Hill (Top)	Jamaica	roundtop	não	1	2005	25.67	18.29	620	17.9195	-77.6999	subtropical moist forest
Sabana Rubia	Colômbia	sabanaru	sim	4	2005	25.67	22.71	67	10.0833	73.5333	tropical montane wet forest
Sacramento	Bolívia	sacram	sim	2	1748	28.24	16.65	1068	-16.05	67.1333	subtropical montane rain forest
Salta	Argentina	salta	sim	7	584	28.44	14.71	377	-25.1167	64.0833	subtropical lower montane dry forest

Continuação Tabela 3.

San Sebastna	Equador	sansebas	sim	6	1543	28.9	18.89	315	-1.1	80.1167	tropical moist forest
Santa Cruz	Bolívia	santacru	sim	6	894	30.09	18.33	452	-18.2833	63.1167	subtropical moist forest
Lomas de Santo Tomas	Colômbia	santotom	não	0	1981	15.83	8.01	2822	5.5333	75.3833	tropical dry forest
Saul	Guiana Francesa	saul	não	0	2970	29.36	20.62	162	4.05	53.0333	tropical moist forest
Shiringamaza	Peru	shiringa	sim	3	1265	24.38	9.78	2182	-10.55	75.2833	tropical premontane rain forest
Sierra Rosario	Cuba	sierraro	não	0	1593	28.39	18.61	244	22.7933	-83.4237	subtropical wet forest
Carpanta Siete Cuerales	Colômbia	sietecue	sim	2	1052	15.85	6.41	3044	4.9667	74.1167	tropical lower montane wet forest
Mishana. Tahuampa	Peru	tahuampa	não	0	2639	31.08	21.49	133	-4.3	73.0833	tropical dry forest
Tambopata Swamp Trail	Peru	tamblat2	não	0	3078	29.86	19.63	319	-13.3	69.4667	tropical moist forest
Tambopata Lateritic	Peru	tambo	não	0	3078	29.86	19.63	319	-13.3	69.4667	tropical premontane wet forest
Tambopata Alluvial	Peru	tamboall	não	0	3132	29.56	19.4	377	-13.3833	69.4667	tropical premontane wet forest
Tambopata Upland Sandy	Peru	tambupl	não	0	4783	28.41	18.48	595	-13.3667	70.2	tropical premontane wet forest
Tarapoto	Peru	tarapoto	não	1	1242	31.83	19.62	509	-6.9667	76.7	tropical premontane wet forest
Tayrona National Park	Colômbia	tayrona	sim	5	856	32.27	22.71	137	11.2872	-74.1518	tropical dry forest
Tutunendo	Colômbia	tutunend	não	0	6276	30.61	20.98	200	6.2833	76.9667	tropical rain forest
Los Tuxtlas	México	tuxtlas	sim	7	1190	30.14	20.72	42	19.2573	-96.2508	subtropical rain forest
Boca de Uchire	Venezuela	uchire	sim	4	837	31.68	21.48	144	10.1201	-65.4874	tropical dry forest
Ucumari	Colômbia	ucumari	não	1	1469	33	22.24	399	4	75.0833	tropical lower montane wet forest
Venceremos	Peru	vencer	sim	3	1039	19.08	6.44	2896	-6.25	78.1167	tropical lower montane moist forest
Yanaigua	Bolívia	yanaigua	sim	7	536	31.28	18.19	384	-19.1167	62.0167	subtropical thorn woodlana
Yanamono 1	Peru	yanam1	não	0	2869	31.28	21.43	114	-3.7167	73.4167	tropical moist forest
Yanamono 2	Peru	yanam2	não	0	2869	31.28	21.43	114	-3.7167	73.4167	tropical moist forest
Yanamono Tahuampo	Peru	yanamtah	não	0	2854	31.31	21.54	104	-3.7833	73.3833	tropical moist forest