

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 02/03/2020.



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)**

**FLORÍSTICA E DIVERSIDADE EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NA MATA
ATLÂNTICA**

THARSO RODRIGUES PEIXOTO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Rio Claro, SP

2018

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA
VEGETAL)**

**FLORÍSTICA E DIVERSIDADE EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NA
MATA ATLÂNTICA**

THARSO RODRIGUES PEIXOTO

ORIENTADOR: JULIO ANTONIO LOMBARDI

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências do Câmpus
de Rio Claro, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas
(Biologia Vegetal).

**Rio Claro, SP
2018**

581.5 Peixoto, Tharso Rodrigues
P379f Florística e diversidade em afloramentos calcários na
Mata Atlântica / Tharso Rodrigues Peixoto. - Rio Claro, 2018
131 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Julio Antonio Lombardi

1. Ecologia vegetal. 2. Plantas vasculares. 3. Carste. 4.
Floresta ombrófila. 5. Filtro ambiental. I. Título.

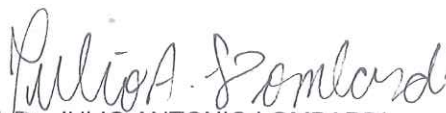
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Florística e diversidade em afloramentos calcários na Mata Atlântica

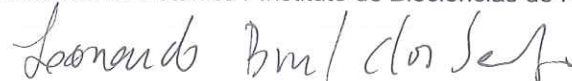
AUTOR: THARSO RODRIGUES PEIXOTO

ORIENTADOR: JULIO ANTONIO LOMBARDI

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


Prof. Dr. JULIO ANTONIO LOMBARDI
Departamento de Botânica / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP


Profa. Dra. VANESSA GRAZIELE STAGGEMEIER
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP


Prof. Dr. LEONARDO BIRAL DOS SANTOS
Departamento de Botânica / Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Santa Helena/PR

Rio Claro, 02 de março de 2018

Dedico esta dissertação aos meus pais e às minhas irmãs.

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo aos meus pais, Aparecida e Sebastião, por estarem sempre ao meu lado. Pelo exemplo de vida, apoio constante, por terem me proporcionado uma ótima educação e força nas horas mais difíceis. Sem vocês dificilmente teria atingido meus objetivos.

Às minhas irmãs, Thaimara e Tharcila, e à minha avó, Ilda, pelo carinho e confiança. Aos meus primos e tios pela torcida.

Ao meu orientador, Julio, pela oportunidade e pelos ensinamentos.

Aos meus amigos do HRCB pelo companheirismo e momentos de descontração. Em especial agradeço ao Pablo, ao Vitor e ao Gabriel Marcusso pelas parcerias e pela companhia nas coletas e ao Gabriel Sabino, Henrique, Mateus e Renan pelo auxílio nas identificações.

Aos membros da banca, Leonardo e Vanessa, pelas contribuições.

Aos especialistas pelas identificações ou confirmações.

À UNESP câmpus de Rio Claro e ao HRCB pela estrutura fornecida durante meu mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2016/09444-7, ao CNPq e à Capes pelo suporte financeiro.

“Todas as grandes coisas são simples, e muitas podem ser expressas numa só palavra: liberdade, justiça, honra, dever, piedade, esperança.”

(CHURCHILL)

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL	11
Figura 1 - Afloramentos de rochas carbonáticas na América do Sul. Retirado de <i>The University of Auckland</i> (2018)	11
CAPÍTULO 1: FLORÍSTICA VASCULAR EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NA MATA ATLÂNTICA.....	14
Figura 1 - Mapa com a localização das áreas estudadas.....	21
Figura 2 - As 10 famílias com maior riqueza de espécies nos afloramentos calcários amostrados da Mata Atlântica.....	24
Figura 3 - <i>Peperomia bernhardiana</i> C.DC. no Núcleo Caboclos, PETAR, Iporanga, SP. Retirado de Marcusso et al. (2018)	32
CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E ESTRUTURA FILOGENÉTICA EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS E ÁREAS EXTRA-AFLORAMENTOS NA MATA ATLÂNTICA.....	61
Figura 1 - Estrutura filogenética considerando combinações de processos ecológicos e traços funcionais, em escalas espaciais maiores. Adaptado de Webb et al. 2002	67
Figura 2 - Diagramas de Venn mostrando o número de espécies compartilhadas entre as áreas. A. Afloramentos calcários e áreas extra-afloramentos. B. Apenas os afloramentos calcários. C. Somente as áreas extra-afloramentos	75
Figura 3 - Agrupamento formado por meio do Índice de Dissimilaridade de Sorensen (IDS) entre as áreas estudadas	77
Figura 4 - Estrutura filogenética (NRI) nas áreas de afloramentos calcários e naquelas extra-afloramentos. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes entre as áreas ($p \leq 0,05$). A. Traqueófitas. B. Espermatófitas. C. Angiospermas. D. Espécies arbóreoarborescentes ($p \leq 0,05$). *: $NRI > 1,96$	78

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: FLORÍSTICA VASCULAR EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NA MATA ATLÂNTICA.....	14
Tabela 1 - Localização dos afloramentos calcários estudados na Mata Atlântica	21
Tabela 2 - Comparação entre as áreas amostradas com quatro ou cinco coletas	26
Tabela 3 - Plantas vasculares exóticas registradas em afloramentos calcários da Mata Atlântica (FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2017). Localidades: PETAR = Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e RBS = Rio Branco do Sul.....	27
Tabela 4 - Lista das plantas vasculares ameaçadas que foram coletadas em afloramentos calcários da Mata Atlântica. As categorias de ameaça estão em conformidade com a lista oficial da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo (SMA, 2016) e com o Livro Vermelho da Flora do Brasil (LV; MARTINELLI; MORAES, 2013). Categorias: VU (vulnerável), EN (em perigo), CR (em perigo crítico) e EX (extinto). Localidades: PETAR = Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e RBS = Rio Branco do Sul.....	28
Tabela 5 - Lista dos novos registros para o PETAR (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira), SP e Rio Branco do Sul (RBS), PR. Eles foram compilados após a comparação com registros de herbários da rede do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (INCT – HVFF; 2017) e com estudos florísticos no PETAR (IVANAUSKAS et al., 2012; MAZZIERO; LABIAK; PACIENCIA, 2015) e em Rio Branco do Sul (DUNAISKI JUNIOR; AMARAL; KUNIOSHI, 2014; DUNAISKI-JUNIOR, 2015).....	29
CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E ESTRUTURA FILOGENÉTICA EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS E ÁREAS EXTRA-AFLORAMENTOS NA MATA ATLÂNTICA.....	61
Tabela 1 - Localização dos afloramentos calcários e áreas extra-afloramentos na Mata Atlântica	70
Tabela 2 - Referências das filogenias usadas na modificação das <i>supertrees</i> , considerando 10 famílias representativas na Mata Atlântica	73

Tabela 3 - Média e desvio padrão da riqueza de espécies, diversidade filogenética (PD) e estrutura filogenética (NRI) de comunidades vegetais em afloramentos calcários e áreas extra-afloramentos. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes entre as áreas ($p \leq 0,05$). *: $NRI > 1,96$	76
Tabela 4 - Índice de Dissimilaridade de Sorensen (IDS) entre as áreas de afloramentos calcários e aquelas extra-afloramentos	76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1. Carste.....	11
1.2. Índices de diversidade e estrutura filogenética.....	12
REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO 1: FLORÍSTICA VASCULAR EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NA MATA ATLÂNTICA.....	14
1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
2.1. Áreas de estudo	20
2.2. Composição florística	22
3. RESULTADOS	24
4. DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38
ANEXO 1.....	43
APÊNDICE 1	45
APÊNDICE 2	48
CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E ESTRUTURA FILOGENÉTICA EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS E ÁREAS EXTRA-AFLORAMENTOS NA MATA ATLÂNTICA.....	61
1. INTRODUÇÃO	66
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
2.1. Áreas de estudo	69
2.2. Coleta e compilação dos dados.....	71
2.3. Análise dos dados	72
2.3.1. Riqueza, diversidade e estrutura filogenética	72
3. RESULTADOS	74
3.1. Composição florística	74

3.2. Riqueza, diversidade e estrutura filogenética.....	74
4. DISCUSSÃO	79
5. CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS.....	82
ANEXO 1.....	90
APÊNDICE 1	95
APÊNDICE 2.....	99

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Carste

Carste é uma palavra derivada de *gara/karra* que significa rocha e que foi germanizada de *kras* (esloveno) para *karst* (FORD, 2004; FORD; WILLIAMS, 2007; WILLIAMS, 2008). Carste representa um relevo com hidrologia peculiar que é originado da associação dos seguintes fatores: porosidade subterrânea bem desenvolvida e alta solubilidade das rochas (FORD, 2004; FORD; WILLIAMS, 2007). Na Terra, as principais rochas cársticas em ordem decrescente de solubilidade são: as sulfetadas (anidrita e gesso) e as carbonáticas (dolomito e calcário), cujo desenvolvimento e variedade de formas são maiores (FORD, 2004).

Rochas carbonáticas correspondem a aproximadamente 10% da área continental do globo terrestre, equivalendo a cerca de 15 milhões de km² (FORD; WILLIAMS, 2007; WILLIAMS, 2008). Elas ocorrem em regiões subtropicais ou tropicais em grande parte da Ásia Central e do Oriente Médio e em algumas áreas da Austrália, África e Brasil (WILLIAMS, 2008).

Aproximadamente 2% do território brasileiro são constituídos pelo carste carbonático (AULER, 2002), cuja maior extensão está na região centro-oeste brasileira (AULER; FARRANT, 1996). As regiões nordeste, sudeste e sul apresentam uma cobertura inferior de áreas cársticas carbonáticas, que não são conhecidas no norte do Brasil (Fig. 1).

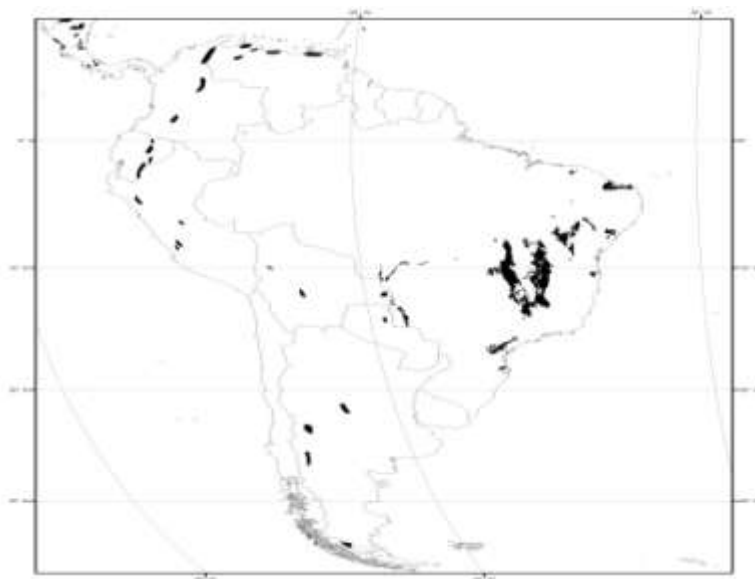


Figura 1 - Afloramentos de rochas carbonáticas na América do Sul. Retirado de *The University of Auckland* (2018).

1.2. Índices de diversidade e estrutura filogenética

A contagem do número de espécies em uma comunidade é a primeira forma de quantificar a diversidade (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009). Diferenças na composição de espécies entre áreas podem ser medidas por índices de dissimilaridade (diversidade β ; MAGURRAN, 2004), por exemplo, o Índice de Dissimilaridade de Sorensen (IDS; SORESENSEN, 1948). O IDS varia de 0 a 1 (ou 0 a 100%) e valores maiores que 0,5 confirmam uma alta diversidade β , ou seja, uma baixa similaridade florística (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). A fórmula desse índice é $IDS = 1 - 2a / 2a + b + c$, na qual “a” é o número de espécies comuns em ambas as áreas analisadas, “b” é número de espécies exclusivas na primeira área e “c” é o número de espécies exclusivas na segunda área (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Existem métricas que incluem informações sobre os indivíduos (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009), como a diversidade filogenética, que quantifica a variedade taxonômica de comunidades (MAGURRAN, 2004). O índice PD (*phylogenetic diversity*) soma os comprimentos de todos os ramos da filogenia das espécies de determinada comunidade (FAITH, 1992). Aquela cujas espécies são filogeneticamente mais distantes apresentam diversidade maior (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009). Uma comunidade composta por táxons em diferentes clados terminais (por exemplo, gênero) apresentará um baixo índice de parentesco líquido (*net relatedness index*, NRI), enquanto outra cujos táxons estão nos mesmos clados terminais possuirá um alto NRI (WEBB, 2000). Valores de NRI negativos representam uma estrutura filogenética mais dispersa que a esperada ao acaso, enquanto valores positivos sugerem que ela é mais agrupada que o acaso (WEBB et al., 2002).

REFERÊNCIAS

- AULER, A.S. Karst areas in Brazil and the potential for major caves - an overview. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología**, v. 36, p. 29-35, 2002.
- AULER, A.S; FARRANT, A.R. A brief introduction to karst and caves in Brazil. **Proceedings of the University of Bristol Speleological Society**, v. 20, n. 3, p. 187-200, 1996.
- CIANCIARUSO, M.V.; SILVA, I.A.; BATALHA, M.A. Phylogenetic and functional diversities: new approaches to community Ecology. **Biota Neotrop.**, v. 9, n. 3, p. 93-103.
- FAITH, D.P. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. **Biological Conservation**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 1992.
- FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Hidrogeology and Geomorphology**. 2.ed. John Wiley & Sons, West Sussex, 2007. 562 p.
- FORD, D.C. Karst. In: GUNN, J. (Ed.). **Encyclopedia of caves and karst science**. London: Taylor & Francis, 2004. 1940 p.
- MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Blackwell Science, Oxford, 2004. 256 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. 2ed. John Wiley & Sons, New York, 1974. 531 p.
- SORENSEN, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. **Kongelige Danske Videnskabernes Selskab**, v. 5, n. 4, p. 1-34, 1948.
- THE UNIVERSITY OF AUCKLAND. **Karst**. Disponível em: <http://web.env.auckland.ac.nz/our_research/karst/>. Acesso em: 2 fev. 2018.
- WEBB, C. O. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: an example for rain forest trees. **The American Naturalist**, v. 156, n. 2, p. 145-155, 2000.
- WEBB, C.O.; ACKERLY, D.D.; MCPEEK, M.A.; DONOGHUE, M.J. Phylogenies and Community Ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 475-505, 2002.
- WILLIAMS, P. **World Heritage Caves and Karst: A Thematic Study**. IUCN, Suíça, 2008. 34 p.