

---

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

---

**BIOGEOGRAFIA DE FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS  
SOBRE AFLORAMENTOS CALCÁRIOS  
EM DIFERENTES BIOMAS BRASILEIROS**

**PABLO HENDRIGO ALVES DE MELO**

**Rio Claro – SP  
2022**

---

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

---

**BIOGEOGRAFIA DE FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS SOBRE  
AFLORAMENTOS CALCÁRIOS EM  
DIFERENTES BIOMAS BRASILEIROS**

**PABLO HENDRIGO ALVES DE MELO**

**Orientador: Prof. Dr. Julio Antonio Lombardi**

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

M528b      Melo, Pablo Hendrigo Alves de  
              Biogeografia de florestas estacionais decíduais sobre afloramentos  
              calcários em diferentes biomas brasileiros / Pablo Hendrigo Alves de  
              Melo. -- , 2022  
              78 p. : il., tabs.

              Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
              Instituto de Biociências, Rio Claro,  
              Orientador: Julio Antonio Lombardi

              1. Botânica. 2. Ecologia vegetal. 3. Ecossistemas. 4. Vegetação e  
              clima. 5. Mudanças climáticas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Biogeografia de florestas estacionais decíduais sobre afloramentos calcários em diferentes biomas brasileiros

**AUTOR: PABLO HENDRIGO ALVES DE MELO**

**ORIENTADOR: JULIO ANTONIO LOMBARDI**

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



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

Prof. Dr. ALEXANDRE MONRO  
Londres, Inglaterra / The Herbarium, Royal Botanic Gardens

Prof. Dr. LUCIANO PAGANUCCI DE QUEIROZ  
Departamento de Ciências Biológicas / UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof. Dr. THADEU SOBRAL DE SOUZA  
Departamento de Botânica e Ecologia / Universidade Federal de Mato Grosso - UFM



Prof. Dr. MILTON CEZAR RIBEIRO  
Departamento de Ecologia / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Rio Claro, 13 de janeiro de 2020

## AGRADECIMENTOS

À Renata e ao Antônio pelo apoio incondicional. À Sandra, ao Paulo, ao Ernani e à Elizabete pelo suporte. Aos colegas de herbário HRCB e coletores em campo, Flavia, Gabriel M., Gabriel P., Tharso, Jaqueline, Lilian, Vitor, Henrique, Ian, Laura, Matheus, Biral e Renan. Ao professor Dr. Julio pela oportunidade. Ao Mauricio pelo apoio computacional. Aos professores Dra. Rosane Collevatti, Dr. Matheus Lima-Ribeiro e Dr. Alex Monro pela colaboração e ideias. Aos especialistas, pela determinação do material botânico coletado. A. Barros, A. Calvente, A. Campos-Rocha, A. Chautems, A. Salino, A.A.C. Sousa, A.C. Alencar, A.C. Fernandes, A.L. Bomfim, A.L. Gaglioti, A.M. Torres, A.P.N.Pereira, A.S. Moreira, A.V. Scatigna, C. Delfini, C. Silva, C.B. Giaquinto, C.L. Silva-Luz, C.M. Taylor, C.P. Bruniera, D. Araújo, D. Monteiro, D. Zappi, D.C. Imig, D.S. Carneiro-Torres, D.S. Seigler, E.D. Silva, E.M. Pessoa, E.M.C. Leme, E.R. Souza, F.A. Zagotta-Vital, F.L.R. Filardi, F.R.G. Salimena, F.S. Petrongari, G. Barboza, G.H. Shimizu, G.M. Marcusso, G.P. Sabino, H.L. Ribeiro, I. Cordeiro, I.H.F.Azevedo, J. Külkamp, J. Nakajima, J. Paula-Souza, J. Prado, J. Semir, J.A. Lombardi, J.C. Siqueira, J.E. Ebinger, J.F. Carrión, J.L. Costa-Lima, J.M. Fernandes, J.R. Pirani, J.R. Stehmann, K. Valdemarin, L. Biral, L.A. Silva, L.G. Temponi, L.L. Dutra, L.L. Giacomini, L.P. de Queiroz, M. Monge, M. Sobral, M.B. Souza, M.C. Vergne, M.C.H. Mamede, M.C.R. Pessoa, M.N. Saka, M.O.O. Pellegrini, M.S. Marchioretto, M.V. Martins, O.L.M. Silva, P. Dias, P. Moraes, P.A. Messias, P.A. SãoJosé, P.G. Ribeiro, R. Goldenberg, R. Moura, R. Riina, R. Sebastiani, R.C.Forzza, R.D. Sartin, R.F. Almeida, R.K. Kojima, R.L.G. Coelho, R.M. Castro, R.M. Harley, R.P. Romanini, R.Romero, S.S. Silva, V. Staggemeier, V.A.O. Dittrich, V.F. Mansano, V.T. Rampin, Y.R. Oliveira, À natureza, fonte de inspiração e ainda não descrita nos livros. À Cpx Brasil Mineração e Participações S.A. e Sarp Mineracao Ltda pela colaboração no desenvolvimento do projeto de pesquisa. A todos os proprietários das fazendas onde foram realizadas as coletas. À Comissão Técnico-Científica do Instituto Florestal de São Paulo pela concessão de autorização para coletas de plantas no Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira (260108 – 006.253/2015). À UNESP e ao Royal Botanic Gardens, Kew pela estrutura de trabalho e à FAPESP, pelo fomento à pesquisa, processos nº 2015/13112-7 e nº 2018/09379-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

## RESUMO

Rochas carbonáticas suportam importantes aquíferos, dos quais cerca de 20 a 25% da população mundial depende. No Brasil, essas rochas correspondem a aproximadamente 2,8% da área continental e ocorrem em todos os domínios fitogeográficos. Associadas comumente aos afloramentos de calcários, as Florestas Tropicais Sazonalmente Secas têm a discussão sobre a sua história biogeográfica norteadas pelas teorias do Arco Pleistocênico e Floresta Sazonalmente Seca Residual do Pleistoceno. De forma geral, essas teorias propõem que essas florestas constituíam, anteriormente, uma formação extensa e contínua durante o último máximo glacial, entre 18 e 12 mil anos antes do presente. Entretanto, não se conhece a relação de similaridade florística entre afloramentos de calcários em diferentes domínios fitogeográficos, tampouco a relação de similaridade florística entre afloramentos de calcários e matriz no entorno. Para investigar essas questões, realizou-se o levantamento florístico de plantas vasculares em 11 afloramentos de calcários na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Calculou-se a similaridade florística entre os afloramentos de calcário estudados, bem como entre eles e a matriz no entorno. Por fim, com o auxílio de modelos preditivos de distribuição de espécies, avaliou-se a congruência temporal entre eventos de expansões e/ou retrações de área de distribuição potencial interespecíficos e entre as espécies, com o período de relativa estabilidade da distribuição nas florestas secas do período de 18 a 12 mil anos antes do presente. Os resultados sugerem que a composição florística registrada em afloramentos de calcário na Mata Atlântica foi muito distinta daquelas registradas em afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado. Com exceção de áreas ecotonais, afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado apresentaram um fraco relacionamento florístico. A similaridade florística entre os afloramentos dentro do Cerrado diminuiu significativamente com o aumento da distância geográfica e, no geral, os afloramentos apresentam alta dissimilaridade florística média com a matriz do entorno. Para os modelos, os resultados sugerem que a dinâmica biogeográfica individual das espécies não foi sincronizada com os processos gerais de estabilidade propostos para as florestas secas do período de 18 a 12 mil anos antes do presente, uma vez que três quartos das espécies apresentaram tendência de regressão ou expansão de área de distribuição potencial nesse período. Assim, os resultados corroboram a hipótese de que espécies diferentes não responderam de maneira semelhante às mudanças no clima e permitem concluir que não houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou das espécies no período avaliado.

Palavras-chave: carste; composição florística; diversidade beta; modelos de distribuição de espécies; último máximo glacial.

## ABSTRACT

Carbonatic rocks support important aquifers on which about 20-25% of the world's population depends. In Brazil, these rocks correspond to about 2.8% of the continental area and occur in all Brazilian phytogeographic domains. Commonly associated with limestone outcrops, there is a discussion of the biogeographic history of Seasonally Dry Tropical, guided by the theories of the Pleistocene Arch and Pleistocene Residual Seasonally Dry Forest. Generally, these theories propose that these forests formerly constituted extensive and continuous formation during the last glacial maximum between 18 and 12,000 years before the present. However, the relationship of floristic similarity between limestone outcrops in different phytogeographic domains is not known, nor is the floristic similarity relationship between limestone outcrops in the surrounding matrix. To clarify these issues, a floristic survey of vascular plants was performed in 11 limestone outcrops in Caatinga, Cerrado and the Atlantic Forest. The floristic similarity was calculated between the studied limestone outcrops and between this one and the surrounding matrix. Finally, with the aid of predictive models of species distribution, we evaluated the temporal congruence between events of expansion and/or retraction of interspecific potential distribution area and between species, with the period of relative stability of distribution to dry forests among species between 18 and 12,000 years before the present. The results suggest that floristic composition recorded in limestone outcrops in the Atlantic Forest was very different from those recorded in limestone outcrops in Caatinga and Cerrado. With the exception of ecotonal areas, limestone outcrops in Caatinga and Cerrado showed a poor floristic relationship. Floristic similarity between outcrops within the Cerrado decreases significantly with increasing geographical distance, and in general outcrops present high average floristic dissimilarity with the surrounding matrix. For the models, the results suggest that individual species biogeographic dynamics was not synchronized with the general stability processes proposed for dry forests in the 18 and 12,000 years before the present, since three quarters of the species showed a tendency of regression or expansion of potential distribution area during this period. Thus, the results corroborate the hypothesis that different species did not respond similarly to changes in climate and allowed us to conclude that there was no temporal congruence between expansion and/or species events in the evaluated period.

Keywords: floristic composition; beta diversity; species distribution models; conditions; last glacial maximum.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	6
<b>2. CAPÍTULO 1 —</b> Relações biogeográficas e composição florística entre afloramentos calcários na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.....	12
Resumo.....	13
Introdução.....	15
Métodos.....	16
Resultados.....	28
Discussão.....	41
Literatura Citada.....	44
<b>3. CAPÍTULO 2 —</b> Distribuição temporal de espécies vegetais associadas aos afloramentos calcários neotropicais.....	50
Resumo.....	51
Introdução.....	53
Métodos.....	56
Resultados.....	63
Discussão.....	69
Literatura Citada.....	72
<b>4. CONCLUSÃO GERAL</b> .....	78

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Rochas carbonáticas são rochas sedimentares compostas predominantemente por calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) (Karmann; Sánchez, 1979). Compõem os reservatórios dos maiores campos petrolíferos do mundo, incluindo os localizados no pré-sal brasileiro e no Ghawar, na Arábia Saudita (Robert; Crowe, 2000; Ahr, 2008), bem como importantes aquíferos, dos quais cerca de 20 a 25% da população mundial depende (Ford; Williams, 2007). Ainda, possuem uma grande variedade de usos, como matéria prima para construção civil, para a fabricação de cal e cimento, corretivos de solos ácidos, ingredientes na indústria de papel, plásticos, química, siderúrgica, de vidro, refratários, entre outras (Sampaio; Almeida, 2009).

No mundo, estima-se que cerca de 13% das áreas continentais sejam constituídas de rochas carbonáticas, que se distribuem por todos os continentes, principalmente pela Europa, leste da América do Norte e leste e sudoeste da Ásia (Ford; Williams, 2007), em depósitos que variam em idade do Pré-Cambriano até o Holoceno (Sampaio; Almeida, 2009). No Brasil, as rochas carbonáticas correspondem a cerca de 2,8% (237.814 km<sup>2</sup>) da área continental (Karmann; Sallun Filho, 2007).

A vegetação relacionada a afloramentos de rochas carbonáticas foi descrita em áreas de Minas Gerais ainda no século XIX (Eschwege, 1833; Spix; Martius, 1828; Warming, 1892), mas somente a partir do final da década de 1990 que a composição e a estrutura da vegetação começaram a ser investigadas (Pedralli, 1997; Brina, 1998; Aidar et al., 2001; Silva; Scariot, 2003, 2004a, 2004b; Nascimento et al., 2004; Lombardi et al., 2005; Felfili et al., 2007; Meguro et al., 2007; Santos et al., 2007; Arruda et al., 2011; Carvalho; Felfili, 2011; Gonzaga et al., 2013; Mazziero, 2013; Melo et al., 2013; Apgaua, 2014; Dunaiski-Junior, 2015; Menino et al., 2015).

Comumente associadas a afloramentos de calcário, as Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS) constituem as florestas tropicais mais ameaçadas do mundo (Miles et al., 2006), apresentando alta diversidade, nível de endemismo e rotatividade florística (Banda et al., 2016). A influência das flutuações climáticas históricas na fragmentação e expansão das FTSS na América do Sul é tema de amplo debate (Prado; Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000, Pennington et al., 2006; Pennington et al., 2009) e, recentemente, foi abordado com o auxílio de métodos de

modelagem preditiva de distribuição de espécies (Collevatti et al., 2013a, Collevatti et al., 2013b). Diferentes hipóteses (Prado; Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000; Pennington et al., 2006; Pennington et al., 2009) propõem uma formação extensa e contínua durante o último máximo glacial (UMG), entre 18 e 12 mil anos antes do presente (A.P.) (Lima et al., 2018).

O estudo comparado da composição florística de afloramentos de calcários em diferentes domínios fitogeográficos brasileiros é inédito, do mesmo modo que avaliar, com o auxílio de modelos preditivos de distribuição de espécies, se houve congruência temporal entre expansões ou retrações na amplitude da distribuição geográfica potencial de espécies calcífilas, em função dos eventos de oscilação climática histórica. Com os resultados obtidos, espera-se conhecer a riqueza de espécies e a relação de similaridade florística entre áreas de ocorrência de comunidades vegetais de solo calcário em biomas distintos, detalhar a distribuição geográfica de espécies típicas desse tipo de vegetação, dar suporte ao entendimento de processos pretéritos de expansão e retração da cobertura vegetal no interior do Brasil.

Partindo da premissa que existe similaridade florística entre afloramentos de calcários (Prado; Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000) e considerando que diferentes espécies podem não responder de maneira semelhante às mudanças no clima (Collevatti et al., 2013ab), os objetivos principais desse estudo foram: a) realizar o levantamento florístico de plantas vasculares em afloramentos de calcários nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica; b) avaliar a relação de similaridade florística entre afloramentos de calcário estudados e a matriz regional; e c) utilizando modelos de distribuição de espécie, avaliar se houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou retrações da amplitude da distribuição potencial interespecíficas e entre as espécies, com o período de relativa estabilidade da distribuição das FTSS entre 18 e 12 mil A.P. (Prado; Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000, 2006, 2009; Lima et al., 2018).

## LITERATURA CITADA

AHR, W. M. **Geology of carbonate reservoirs: the identification, description and characterization of hydrocarbon reservoirs in carbonate rocks**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

AIDAR, M. P. M.; GODOY, J. R. L. De; BERGMANN, J.; JOLY, C. A. Atlantic Forest

succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 455–469, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042001000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042001000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>

APGAUA, D. M. G.; COELHO, P. A.; SANTOS, R. M. Dos; SANTOS, P. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. De. Tree community structure in a seasonally dry tropical forest remnant, Brazil. **CERNE**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 173–182, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-77602014000200001&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602014000200001&lng=en&tlng=en)>

ARRUDA, D. M.; BRANDÃO, D. O.; COSTA, F. V.; TOLENTINO, G. S.; BRASIL, R. D.; D'ÂNGELO NETO, S.; NUNES, Y. R. F. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 131–142, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622011000100016&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000100016&lng=en&tlng=en)>

BANDA-R, K. et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, [s. l.], v. 353, n. 6306, p. 1383–1387, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aaf5080>>

BRINA, A. E. **Aspectos da dinâmica da vegetação associada a afloramentos calcários na APA Carste de Lagoa Santa, MG**. 1998. Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 1998.

CARVALHO, F. A.; FELFILI, J. M. Use of alpha and beta diversity as base to select priority areas for conservation: An analysis of the dry forests on limestone outcrops in Paranã valley, Goiás State, Brazil. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 830–838, 2011. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80155130162&partnerID=40&md5=2509527895d0325f9120dc6300c1de5d>>

COLLEVATTI, R. G.; LIMA-RIBEIRO, M. S.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, G.; DOBROVOLSKI, R.; TERRIBILE, L. C. Stability of Brazilian Seasonally Dry Forests under Climate Change: Inferences for Long-Term Conservation. **American Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v. 04, n. 04, p. 792–805, 2013. a. Disponível em: <<http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ajps.2013.44098>>

COLLEVATTI, R. G.; TERRIBILE, L. C.; DE OLIVEIRA, G.; LIMA-RIBEIRO, M. S.; NABOUT, J. C.; RANGEL, T. F.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Drawbacks to palaeodistribution modelling: the case of South American seasonally dry forests. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 345–358, 2013. b. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jbi.12005>>

DUNAIKI-JUNIOR, A. **Regeneração De Floresta Ombrófila Mista , No Município De Rio Branco Do Sul – Pr, Após Degradação Por Mineração De Calcário**. 2015. Universidade Federal Do Paraná, [s. l.], 2015.

ESCHWEGE, W. L. von. **Pluto brasiliensis**. Berlin: Reimer, 1883.

FELFILI, J. M.; NASCIMENTO, A. R. T.; FAGG, C. W.; MEIRELLES, E. M. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 611–

621, 2007. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042007000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042007000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

GERAIS, M.; SÃO, A.; ARCOS, D.; PAINS, I.; MELO, P. H. A.; ATLÂNTICA, M.; RAIN, A. Composição florística de angiospermas no carste do Alto São Francisco, Pablo Hendrigo Alves de Melo, Julio Antonio Lombardi, Alexandre Salino & Douglas Antônio de Carvalho exsicatas foram incorporadas nos Herbário BHCB ( números de coleta P . H . A . M. [s. l.], v. 64, n. 1, 2013.

GONZAGA, A. P. D.; PINTO, J. R. R.; MACHADO, E. L. M.; FELFILI, J. M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 11–19, 2013.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleotema**, [s. l.], v. 13, p. 105–167, 1979.

LIMA, N. E. De; CARVALHO, A. A.; LIMA-RIBEIRO, M. S.; MANFRIN, M. H. Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 69, n. 4, p. 2209–2222, 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-78602018000402209&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602018000402209&lng=pt&tlng=pt)>

LOMBARDI, J. A.; SALINO, A.; TEMONI, L. G. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 3–20, 2005.

MAZZIERO, F. F. F. **Distribuição e diversidade de samambaias e licófitas em formações geológicas distintas (calcário e filito), no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga, São Paulo**. 2013. Universidade Federal do Paraná, [s. l.], 2013.

MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; MELLO-SILVA, R.; CORDEIRO, I. Composição florística e estrutura das florestas estacionais decíduas sobre calcário a oeste da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 147–171, 2007.

MENINO, G. C. de O.; SANTOS, R. M. Dos; APGAUA, D. M. G.; PIRES, G. G.; PEREIRA, D. G. S.; FONTES, M. A. L.; ALMEIDA, H. de S. Florística e estrutura de florestas tropicais sazonalmente secas. **CERNE**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 277–291, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-77602015000200277&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602015000200277&lng=pt&tlng=pt)>

MILES, L.; NEWTON, A. C.; DEFRIES, R. S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPOV, V.; GORDON, J. E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 491–505, 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>>

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da

comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 659–669, 2004. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062004000300023&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062004000300023&lng=pt&tlng=pt)>

PEDRALLI, G. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais : florística e fisionomia. **Bios**, [s. l.], v. 5, p. 81–88, 1997.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 437–457, 2009. Disponível em:

<<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327>>

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, [s. l.], v. 80, n. 4, p. 902, 1993. Disponível em:

<<https://www.jstor.org/stable/2399937?origin=crossref>>

ROBERT, J. A.; CROWE, C. W. Carbonate Acidizing Design. In: ECONOMIDES, M. J.; NOLTE, K. G. (Eds.). **In Reservoir Stimulation**. 3. ed. London: West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2000.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. De. Calcário e Dolomito. In: LUZ, F. A. B. Da; LINS, F. A. F. (Eds.). **ROCHAS & MINERAIS INDUSTRIAIS - Usos e Especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p. 327–350.

SANTOS, R. M. Dos; VIEIRA, F. de A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y. R. F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 135–144, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622007000100015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000100015&lng=pt&tlng=pt)>

SILVA, L. Á. Da; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, bacia do rio Paranã). **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 305–313, 2003. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062003000200012&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062003000200012&lng=pt&tlng=pt)>

SILVA, L. Á. Da; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário no Brasil central.

**Revista Árvore**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 69–75, 2004. a. Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48828109>>

SILVA, L. Da; SCARIOT, A. Comunidade Arbórea De Uma Floresta Estacional Decídua Sobre Afloramento Calcário Na Bacia Do Rio Paraná Arboreal Community of a Seasonal Deciduous Forest on Limestone Outcrop in São Domingos -Goias, Parana River Basin, Brazil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 61–67, 2004. b.

SPIX, J. B.; MARTIUS, C. F. P. von. **Reise in Brasilien**. München: Gedruckt bei L.J. Lentner, 1828.

TOBY PENNINGTON, R.; LEWIS, G.; RATTER, J. An Overview of the Plant Diversity, Biogeography and Conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. In: **America**. [s.l: s.n.]. p. 1–29.

TOBY PENNINGTON, R.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 261–273, 2000. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>>

## **2 RELAÇÕES BIOGEOGRÁFICAS E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ENTRE AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NA CAATINGA, CERRADO E MATA ATLÂNTICA**

## RESUMO

Rochas carbonáticas suportam importantes aquíferos, dos quais cerca de 20 a 25% da população mundial depende. No Brasil, essas rochas correspondem a aproximadamente 2,8% da área continental e ocorrem em todos os domínios fitogeográficos, com as maiores concentrações nos domínios fitogeográficos do Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. Ao longo dos séculos, a vegetação relacionada aos afloramentos de rochas carbonáticas atraiu e ainda atrai a atenção de muitos botânicos no Brasil. Apesar disso, não se conhece a relação de similaridade florística entre afloramentos de calcários e seu entorno, tampouco essa relação em diferentes domínios fitogeográficos. Para investigar essas questões, realizou-se o levantamento florístico de plantas vasculares em 11 afloramentos de calcários na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Calculou-se a diversidade  $\beta$  (índice Raup-Crick), para avaliar a similaridade florística entre os afloramentos de calcário estudados e a relação dessa similaridade com o seu entorno, cuja composição de espécies foi obtida no portal *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). Os resultados sugerem que a composição florística registrada em afloramentos de calcário na Mata Atlântica foi muito distinta daquelas registradas em afloramentos de calcário na Caatinga e Cerrado. Com exceção de áreas de ecotonais, afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado apresentaram um fraco relacionamento florístico. A similaridade florística entre os afloramentos dentro do Cerrado diminuiu significativamente com o aumento da distância geográfica, sendo que, no geral, os afloramentos apresentaram alta dissimilaridade florística média com o entorno. O aumento de 50% na composição de espécies registradas, em relação a levantamentos anteriores, em afloramentos de calcário nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, indica o atual grau de desconhecimento florístico nesse substrato e demonstra a necessidade da realização de novos levantamentos, especialmente direcionados a angiospermas não arbóreas, samambaias e licófitas.

**Palavras-chave:** composição florística; diversidade beta; carste; domínios fitogeográficos; Brasil.

## ABSTRACT

Carbonate rocks support important aquifers, on which about 20-25% of the world's population depends. In Brazil, these rocks correspond to about 2.8% of the continental area and occur in all phytogeographic domains, with the highest concentrations in the Cerrado, Mata Atlântica and Caatinga phytogeographic domains. Over the centuries, vegetation related to carbonate rock outcrops has attracted and still attracts the attention of many botanists in Brazil, and yet the floristic similarity relationship between limestone outcrops and their surroundings is not known, nor is this relationship in different phytogeographic domains. To clarify these issues, a floristic survey of vascular plants was performed in 11 limestone outcrops in the Caatinga, Cerrado and Atlantic Forest. The  $\beta$  diversity (Raup-Crick index) was calculated to evaluate the floristic similarity between the studied limestone outcrops and the floristic similarity relationship between the studied limestone outcrops and the surrounding area, whose species composition was obtained from the Global Biodiversity Information portal. Facility, GBIF. The results suggest that the floristic composition recorded in limestone outcrops in the Atlantic Forest were very different from those recorded in limestone outcrops in the Caatinga and Cerrado. With the exception of ecotonal areas, limestone outcrops in Caatinga and Cerrado showed a poor floristic relationship. Floristic similarity between outcrops within the Cerrado decreased significantly with increasing geographical distance, and in general outcrops showed high average floristic dissimilarity with the surroundings. The 50% increase in species composition recorded by previous surveys on limestone outcrops in the Caatinga, Cerrado and Atlantic Forest phytogeographic domains indicates the current degree of floristic lack of knowledge on this substrate and demonstrates the need for further surveys, especially directed to angiosperms, non-arboreal, ferns and lycophytes.

Keywords: Floristic composition, Beta diversity, Karst, Phytogeographic domains, Brazil.

## 2.1 Introdução

Rochas carbonáticas suportam importantes aquíferos, dos quais cerca de 20 a 25% da população mundial depende (Ford; Williams, 2007), sendo essas áreas muito vulneráveis à poluição. Essas formações também compõem os reservatórios dos maiores campos petrolíferos do mundo, incluindo o de Ghawar, na Arábia Saudita, e o pré-sal brasileiro (Robert; Crowe 2000; Ahr, 2008).

No Brasil, as rochas carbonáticas correspondem a aproximadamente 2,8% (237.814 km<sup>2</sup>) da área continental (Karmann; Sallun Filho, 2007), ocorrendo em todos os domínios fitogeográficos, com as maiores concentrações localizadas em 14 regiões cársticas, delimitadas pela presença de grande quantidade de cavernas e afloramentos rochosos (Auler, 2001; Jansen et al., 2012). O relevo cárstico é resultado de processos de dissolução da rocha por águas acidificadas (Piló, 2000) e, apesar de ocorrer em outras litologias, tem suas características melhor desenvolvidas sobre rochas carbonáticas (Fabri et al., 2014). O carste carbonático é caracterizado pela circulação de água por sistemas condutores subterrâneos e por formas de superfície peculiares, como lapiás (ou *karren*), dolinas, uvalas e poliês (ou *poljes*).

A vegetação relacionada aos afloramentos de rochas carbonáticas atraiu a atenção de muitos botânicos no Brasil ao longo dos últimos séculos. Os primeiros relatos foram feitos por viajantes naturalistas, no início do século XIX, como Eschwege (1833), nos municípios de Formiga e Montes Claros, e por Spix; Martius (1828), no município de Januária, no estado de Minas Gerais. Um pouco mais tarde, em Lagoa Santa, Warming (1892) descreveria a variedade de microclimas criados pela combinação de ambientes xéricos no alto das rochas e úmidos na base dos afloramentos. Mais de um século depois, Pedersoli e Martins (1972) descreveram a formação não florestal de comunidades de plantas saxícolas em afloramentos de rocha carbonática no Cerrado, enquanto Andrade-Lima (1977) descreveu essa formação na zona de transição Cerrado-Caatinga.”

Somente a partir do final da década de 1990 que a composição e estrutura da vegetação, principalmente da Floresta Estacional Decidual, foi melhor investigada em levantamentos florísticos e fitossociológicos (Pedralli, 1997; Brina, 1998; Aidar et al., 2001; Silva; Scariot, 2003, 2004a, 2004b; Nascimento et al., 2004; Lombardi et al., 2005; Felfili et al., 2007; Meguro et al., 2007; Santos et al., 2007; Arruda et al.,

2011; Carvalho; Felfili, 2011; Gonzaga et al., 2013; Mazziero, 2013; Melo et al., 2013; Apgaua, 2014; Dunaiski-Junior, 2015; Menino et al., 2015).

No estudo recente de Bystriakova et al. (2019), esses autores sugeriram que as regiões cársticas brasileiras não são significativamente mais ricas ou mais ricas em espécies endêmicas que as paisagens circundantes. Apesar disso, não se conhece a relação de similaridade florística entre afloramentos de calcários em diferentes domínios fitogeográficos, muito menos a relação de similaridade florística entre afloramentos calcários e o entorno. Buscando esclarecer essas questões e partindo da premissa que existe similaridade florística entre afloramentos de calcários (Prado; Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000), os objetivos desse estudo foram: a) realizar levantamentos florísticos de plantas vasculares em afloramentos de calcários nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica; b) avaliar a relação de similaridade florística entre os afloramentos de calcário estudados; c) avaliar se há diferenciação nos percentuais habituais e síndrome de dispersão de espécies, conforme domínio fitogeográfico; e d) avaliar a relação de similaridade florística entre afloramentos de calcário estudados e o entorno.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Área de estudo**

Afloramentos de rochas carbonáticas representam apenas uma pequena fração da paisagem cárstica, pois as rochas não afloram em toda a extensão da formação geológica, podendo, em algumas partes, estarem sobrepostas por solo ou a outros tipos de rochas (Bigarella, 1965). Por exemplo, no Grupo Bambuí, as formações de rochas carbonáticas (Formação Sete Lagoas e Formação Lagoa do Jacaré) estão intercaladas com formações de rochas não carbonáticas (Auler et al., 2001). Nesse contexto, buscando-se amostrar a flora associada aos afloramentos de rocha carbonática, direcionou-se a amostragem exclusivamente para ambientes de rocha aflorada ou solo raso. Foram realizados testes de profundidade de solo, utilizando-se trado, cujos resultados confirmaram que todos os locais pesquisados apresentam profundidade de solo inferior a 30 cm.

No domínio fitogeográfico da Caatinga, a cobertura de rochas carbonáticas neoproterozóicas do Grupo Uma, no centro do Cráton São Francisco na Bahia, está

estruturada sobre unidades detríticas do Grupo Chapada Diamantina e consiste em uma importante ocorrência de rochas carbonáticas no semiárido brasileiro (Auler et al., 2001). No Cerrado, o Grupo Bambuí, com área de 107.000 km<sup>2</sup>, abrange os estados Bahia, Goiás, Minas Gerais e Tocantins e apresenta quase metade do total de rochas carbonáticas no Brasil. Devido à sua característica geral de cobertura cratônica, com camadas horizontalizadas, em geral não muito espessas e de idade proterozoica, esse grupo possui a área de maior expressão do carste no país (Sallun Filho; Karmann, 2012). Possui relevo cárstico bem desenvolvido, rede de drenagem subterrânea associada a sumidouros e a ressurgências com grandes entradas de cavernas, extensas áreas de planícies ou áreas mais dissecadas com a presença de lapiás (Figura 1N) e cavernas (Karmann; Sánchez, 1979). O Grupo Bambuí também se destaca pela qualidade, quantidade, espessura e conteúdo fossilífero dos depósitos sedimentares. Engloba não só um grande número de cavernas, como também as maiores encontradas em território brasileiro (Auler et. al., 2001).

Há duas importantes ocorrências de rochas carbonáticas proterozóicas nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, separadas pelo Pantanal. Suas áreas somam pouco mais de 11.000 km<sup>2</sup> (Sallun Filho; Karmann, 2012). No Mato Grosso do Sul, amplas planícies cársticas com cones, dolinas e grandes áreas de pavimentos cársticos e carste labiríntico são encontradas em rochas carbonáticas no Grupo Corumbá. Na Serra da Bodoquena, é comum a existência de cavernas com grandes salões submersos, bem como cavernas subaquáticas associadas às nascentes de rios (Karmann; Sánchez, 1979). No Mato Grosso, as rochas carbonáticas da Formação Araras ocorrem horizontalizadas ou em faixas alongadas de direção NE-SW (nordeste e sudoeste). Verificam-se amplas planícies cársticas com dolinas e serras desenvolvidas em anticlinais (Sallun Filho; Karmann, 2012).

No domínio da Mata Atlântica, entre o sudeste de São Paulo e o nordeste do Paraná, na região do Vale do Rio Ribeira, há a concentração de rochas carbonáticas do Grupo Açungui e unidades relacionadas em uma área de 5.601 km<sup>2</sup> (Sallun Filho; Karmann, 2012). Pacotes rochosos de grande profundidade apresentam relevos abruptos e feições cársticas, como escarpas, dolinas e torres, frequentes sumidouros e ressurgências associados às cavernas desenvolvidas ao longo de rios subterrâneos com a presença de abismos (Karmann; Sánchez, 1979).

### 2.2.2 Localização das áreas de amostragem

Os afloramentos de calcários selecionados para realização do levantamento florístico estão localizados em três domínios fitogeográficos: na Caatinga (municípios de Cafarnaum, Morro do Chapéu e Lajedinho, na Bahia), no Cerrado (municípios de Formosa, em Goiás; Funilândia e Prudente de Morais, em Minas Gerais; Bela Vista, no Mato Grosso do Sul; Nobres, em Mato Grosso; Novo Jardim, em Tocantins; e Matias Cardoso, em Minas Gerais) e, por fim, na Mata Atlântica (municípios de Rio Branco do Sul, no Paraná; e Apiaí e Iporanga, em São Paulo), conforme indicado na Figura 1 e Tabela 1.

Os afloramentos estão distribuídos por cinco regiões cársticas brasileiras, sendo: Grupo Açungui (na Mata Atlântica), Grupo Araras, Grupo Bambuí, Grupo Corumbá (no Cerrado) e Grupo Una (na Caatinga). Localizam-se em cinco bacias hidrográficas (Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Rio Paraná, Rio São Francisco e Rio Tocantins) e oito estados da federação (Bahia, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná, São Paulo e Tocantins).

### 2.2.3 Detalhamento e localização dos pontos de coleta

#### Caatinga

##### 1. Cafarnaum-Morro do Chapéu - C

- Cafarnaum, Bahia. Localização entre Lapa Cercada e Lapa da Igreja, nas proximidades do povoado de Cercadinho. Morro com afloramentos de calcário em vertentes, paredões e grandes blocos abatidos. Savana-Estépica e mata ciliar de rio intermitente (11 44 17.71 S, 41 27 20.55 W).
- Morro do Chapéu, Bahia. Margem esquerda da BR-122, a 22 km de Cafarnaum sentido Morro do Morro. Os afloramentos de calcário estão presentes em vertentes, paredões e grandes blocos abatidos. Savana-Estépica e formação aberta do carste (11 31 49.35 S, 41 23 11.30 W).

##### 2. Lajedinho - L

- Lajedinho, Bahia. Local na proximidade do povoado de Simpatia. Morro com afloramentos de calcário em vertentes com paredões. Savana-Estépica (12 27 18.9 S, 41 00 33.3 W).

## Cerrado

### 3. Arcos-Pains – A

- Arcos, Minas Gerais. Fazenda Faroeste, margem direita do Rio São Miguel. Morro com afloramento calcário. Floresta estacional decidual, floresta estacional semidecidual, mata ciliar, formação aberta do carste (20 15 59.0 S, 45 39 37.9 W).
- Pains, Minas Gerais. Fazenda Amargoso (MG-439, km 16). Afloramento calcário na vertente de colina. Floresta estacional decidual, floresta estacional semidecidual, mata ciliar, formação aberta do carste (20 22 58.3 S, 45 38 58.2 W).

### 4. Bela Vista – B

- Bela Vista, Mato Grosso do Sul. Rodovia Bela Vista-Caracol (km 117). Calcário Bela Vista. Vale plano, parcialmente inundável, com afloramentos de calcários. Formação aberta do carste, floresta estacional decidual, floresta estacional semidecidual, mata ciliar e áreas de mineração (21 57 51.17 S, 56 42 17.41 W).

### 5 . Formosa - F

- Formosa, Goiás. Fazenda Sucupira, proximidades do povoado Barreiro. Morros com afloramentos de calcário em camadas soerguidas, paredões, campos de lapiás, sumidouros e resurgências. Formação aberta do carste, floresta estacional decidual e mata ciliar (15 21 09.47 S, 47 11 05.80 W).

### 6 . Funilândia-Prudente de Moraes – P

- Funilândia, Minas Gerais. Haras Veredas, proximidades do povoado São Bento. Morro com afloramentos de calcário em paredões, grandes fendas e campos de lapiás. Formação aberta do carste, floresta estacional decidual e floresta estacional semidecidual (19 25 36.3 S, 44 02 05.6 W).
- Prudente de Moraes, Minas Gerais. Margem esquerda da estrada entre Prudente de Moraes e Funilândia. Morro com afloramento de calcário com paredões, grandes fendas e torres. Formação aberta do carste, floresta

estacional decidual, floresta estacional semidecidual (19 25 22.97 S, 44 07 07.09 W).

#### 7. Matias Cardoso - M

- Matias Cardoso, Minas Gerais. Horizonte do Gama, "Lajedão". Lajedos e pequenos morros com afloramentos de calcário com campos de lapiás e grandes fendas com acúmulo de água na época chuvosa. Formação aberta do carste e floresta estacional decidual (14 53 08.1 S, 43 45 15.7 W).

#### 8. Nobres -N

- Nobres, Mato Grosso. Chácara da Serra. Morros com afloramentos de calcário em vertentes e paredões. Floresta estacional decidual, formação aberta do carste, floresta estacional semidecidual (14 41 38.6 S, 56 20 23.1 W).

#### 9. Novo Jardim - J

- Novo Jardim, Tocantins. Fazenda Morro Chato. Morro com afloramentos calcário, cortado por vereda, com sumidouros e ressurgências, paredões e campos de lapiás. Formação aberta do carste, floresta estacional decidual, mata ciliar (11 47 08.23 S , 46 38 07.29 W).

### Mata Atlântica

#### 10. Apiaí-Iporanga – I

- Apiaí, São Paulo.
  - 1) Bairro do Caximba, limite da propriedade da Purical com o PETAR. Morro com afloramento de calcário em vertentes, paredões, blocos abatidos e grandes fendas. Floresta ombrófila densa, mata ciliar e áreas de mineração abandonadas (24 26 46.1 S, 48 39 31.8 W).
  - 2) PETAR - Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira. Núcleo Caboclos, km 24. Morro com afloramentos de calcário em vertentes, paredões, blocos abatidos, grandes fendas e no topo. Floresta ombrófila densa e mata ciliar (24 26 3.05 S, 48 35 09 W).

3) PETAR - Núcleo Caboclos, trilha Pescaria/Desmoronada. Morro com afloramento de calcário em paredões, grandes fendas, claraboias, sumidouros e ressurgências. Floresta ombrófila densa e mata ciliar (24 25 03.7 S , 48 335 2.8 W).

- Iporanga, São Paulo.

1) PETAR - Núcleo Ouro Grosso, atrás da trilha da Figueira. Morro com afloramentos de calcário em vertentes, paredões, blocos abatidos, grandes fendas e no topo. Floresta ombrófila densa e mata ciliar (24 32 43.2 S, 48 40 52.6 W).

2) PETAR - Núcleo Ouro Grosso, gruta Ouro Grosso. Morro com afloramentos de calcário em vertentes, paredões, blocos abatidos, grandes fendas. Floresta ombrófila densa e mata ciliar (24 32 42.67 S, 48 40 52.36 W).

#### 11. Rio Branco do Sul – R

- Rio Branco do Sul, Paraná. Proximidades da Gruta da Lancinha. Morros com afloramentos de calcário em vertentes e entradas de cavernas, sumidouros e ressurgências. Floresta ombrófila mista, mata ciliar (25 09 58.69 S, 49 17 06.29 W).

#### 2.2.4 Clima

Condições climáticas diversas foram registradas nas áreas de amostragens. A precipitação anual variou de 666 mm na Caatinga (Cafarnaum-Morro do Chapéu) a 1668 mm na Mata Atlântica (Rio Branco do Sul). A temperatura média anual variou de 17.0 C° na Mata Atlântica (Rio Branco do Sul) a 24.3 C° na transição entre Cerrado e Caatinga (Matias Cardoso) (Tabela 1). Áreas no domínio da Caatinga foram caracterizadas pelo clima semiárido quente (BSh), enquanto as áreas no domínio da Mata Atlântica foram caracterizadas pelos climas subtropical úmido (Cfa) e clima temperado marítimo úmido (Cfb). No Cerrado, o clima tropical com estação seca de inverno (Aw), caracterizam as áreas do Brasil Central. O clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) caracterizam as áreas ecotonais entre Cerrado e Mata Atlântica e o clima tropical com estação seca de verão (As), as áreas na transição entre Cerrado e Caatinga (Alvares et al., 2013). O comprimento

da estação seca ( $\text{Precipitação} < 2 * \text{Temperatura}$ ) variou de seis a sete meses secos na Caatinga (Figuras 1P e 1T), entre dois e seis meses secos nos afloramentos no Cerrado (Figuras 1B, 1C, 1G, 1H, 1L, 1M) e sem meses secos em áreas no domínio da Mata Atlântica (Figuras 1F e 1K).

Os valores mensais de temperatura, precipitação e temperatura média anual (BIO01) e precipitação anual (BIO12) foram obtidos no WorldClim Versão 2.0 (Fick; Hijmans, 2007), usando o software R (R Core Team, 2017). O comprimento da estação seca foi calculado a partir do número total de meses secos em um ano. Os meses secos seguiram a definição do IBGE (2012) a partir dos valores mensais de temperatura e precipitação: precipitação (em mm), sendo menores em duas vezes a temperatura (em °C). Utilizou-se a função “diagwl” do pacote *climatol* para construir os diagramas climáticos (Walter; Lieth, 1960).

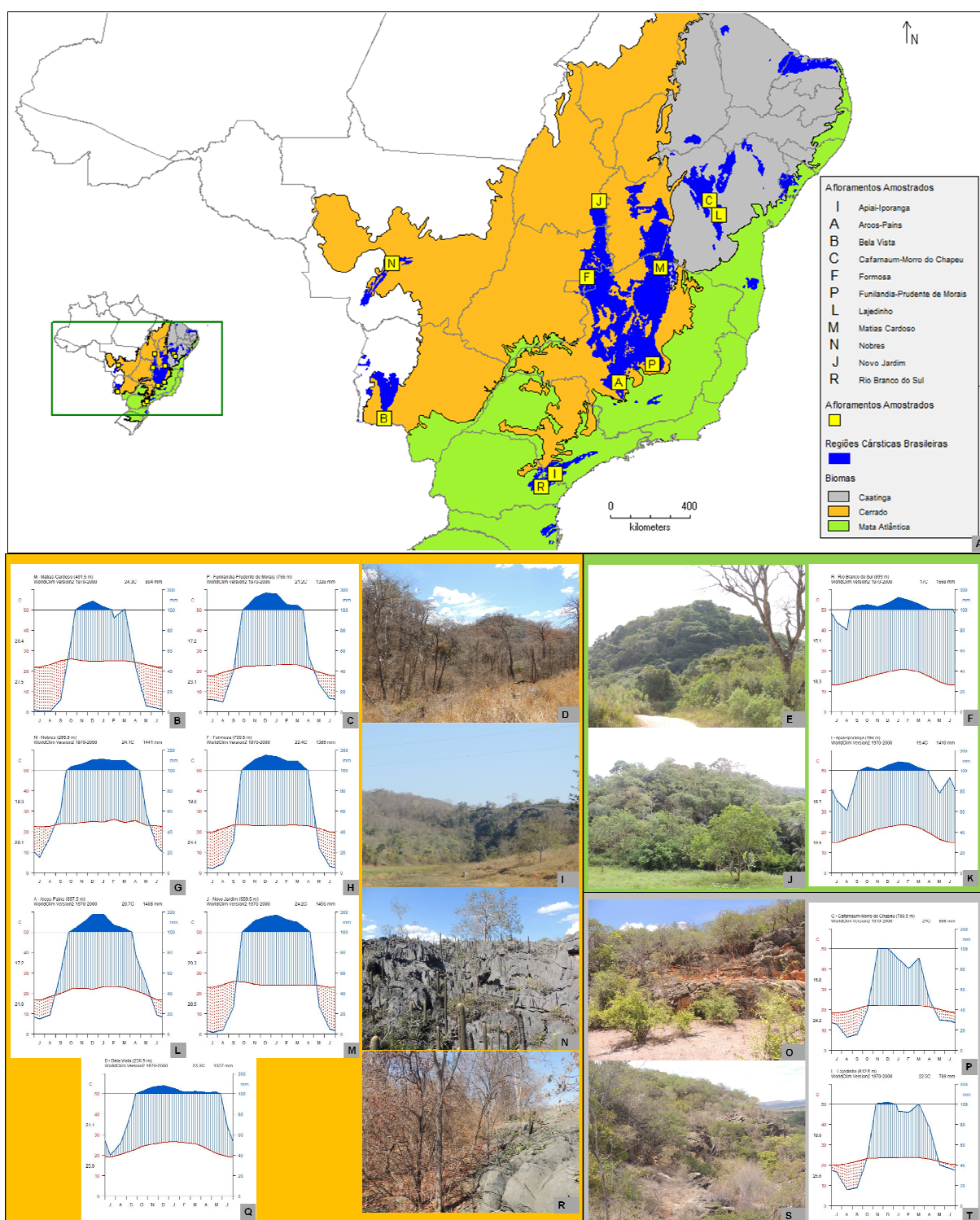
#### 2.2.5 Tipos de Vegetação

Foram identificados sete diferentes tipos de vegetação (IBGE, 2012; Melo et al., 2013) sobre os afloramentos calcários estudados: Floresta Estacional Decidual – SDF (Figura 1D), Floresta Estacional Semidecidual – SSD (Figura 1I), Floresta Ombrófila Densa – OFA (Figura 1J), Floresta Ombrófila Densa com Araucária – OMA (Figura 1E), Formação Aberta do Carste – KOV (Figura 1N), Savana-Estépica – XAS (Figuras 1O, 1S) e Floresta Aluvial – ALF.

**Tabela 1.** Afloramentos de calcários estudados

Afloramento	DF	BH	Carste	UF	Lat.	Long.	Alt.	Seca	TMA	PA	KOP	VEG
Cafarnaum-Morro do Chapéu - <b>C</b>	CA	S.Fran.	Una	BA	-11.7381	-41.4556	780	7	21.0	666	BSh	XAS, KOV
Lajedinho – <b>L</b>	CA	A.Leste	Una	BA	-12.4519	-41.0114	612	6	22.5	789	BSh	XAS, KOV
Arcos-Pains – <b>A</b>	CE	S.Fran.	Bambuí	MG	-20.2637	-45.6704	697	4	20.7	1408	Cwa	SDF, SSF, KOV
Bela Vista – <b>B</b>	CE	Paraná	Corumbá	MS	-21.9642	-56.7047	230	2	23.3	1357	Af	ALF
Formosa – <b>F</b>	CE	Tocantins	Bambuí	GO	-15.3514	-47.1878	799	5	22.4	1386	Aw	SDF, SSF, KOV
Funilândia-Prudente de Moraes - <b>P</b>	CE	S.Fran.	Bambuí	MG	-19.4319	-44.1186	766	6	21.2	1328	Cwa	SDF, SSF, KOV
Matias Cardoso – <b>M</b>	CE	S.Fran.	Bambuí	MG	-14.8842	-43.7575	491	6	24.3	804	As	SDF, KOV
Nobres – <b>N</b>	CE	Paraná	Araras	MT	-14.6997	-56.3458	265	4	24.1	1441	Aw	SDF, SSF
Novo Jardim – <b>J</b>	CE	Tocantins	Bambuí	TO	-11.7858	-46.6369	650	5	24.2	1456	Aw	SDF, SSF, KOV
Apiá-Iporanga – <b>I</b>	MA	A.Sud.	Açungui	SP	-24.5522	-48.6800	194	0	19.4	1410	Cfb, Cfa	OFA
Rio Branco do Sul – <b>R</b>	MA	A.Sud.	Açungui	PR	-25.1661	-49.2850	899	0	17.0	1668	Cfb	OMF

DF = Domínio Fitogeográfico, BH = Bacia Hidrográfica, Carste = Regiões Cársticas, UF = Unidade das Federações, Lat. = Latitude, Long. = Longitude, Alt. = Altitude, Seca = número de meses com precipitação menor que duas vezes a temperatura, TMA = Temperatura média anual, PA = Precipitação anual, KOP = Clima pela classificação de Köppen, VEG = Tipos de Vegetação; CA = Caatinga, CE = Cerrado, MA = Mata Atlântica; A.Leste = Atlântico Leste, A.Sud. = Atlântico Sudeste, S.Fran = São Francisco; As = clima tropical com estação seca de verão, Aw = clima tropical com estação seca de inverno, BSh = clima semiárido quente, Cfa = clima subtropical úmido, Cfb = clima temperado marítimo úmido, Cwa = clima temperado úmido com inverno seco e verão quente; ALF = Floresta Aluvial, KOV = Formação Aberta do Carste, OFA = Floresta Ombrófila Densa, OMF = Floresta Ombrófila Desnsa com *Araucaria*, SDF = Floresta Estacional Decidual, SSF = Floresta Estacional Semidecidual, XAS = Savana-Estépica.



**Figura 1** – Localização dos afloramentos de calcário estudados na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (A), diagramas climáticos<sup>1</sup> (B, C, F, G, H, K, L, M, P, Q, T) e tipos de vegetação<sup>2</sup> (D, E, I, J, N, O, R, S) nos afloramentos calcários estudados, na Caatinga: Cafarnaum-Morro do Chapéu, Bahia (O, P, S); e Lajedinho, Bahia (T). No Cerrado: Arcos-Pains, Minas Gerais (L); Bela Vista, Mato Grosso do Sul (Q);

Formosa, Goiás (H); Funilândia-Prudente de Moraes, Minas Gerais (C, D, I); Matias Cardoso, Minas Gerais (B, R); Nobres, Mato Grosso (G); e Novo Jardim, Tocantins (M,N). Na Mata Atlântica: Apiaí-Iporanga, São Paulo (J, K); e Rio Branco do Sul, Paraná (E, F)<sup>1</sup>. Quando a precipitação mensal foi maior que 100 mm, a escala é aumentada de 2 mm para 20 mm para evitar diagramas muito altos em locais muito úmidos. Essa alteração é indicada por uma linha horizontal preta e o gráfico sobre ela é preenchido em azul sólido. Quando o gráfico de precipitação está sob o gráfico de temperatura ( $Precipitação < 2 * Temperatura$ ), temos um período árido (preenchido em linhas verticais vermelhas pontilhadas). Caso contrário, o período é considerado úmido (preenchido em linhas azuis). A temperatura média máxima diária do mês mais quente e a temperatura média mínima diária do mês mais frio são marcadas em preto na margem esquerda do diagrama (Walter & Lieth, 1960)<sup>2</sup>. Floresta Estacional Decidual (D), Floresta Estacional Semidecidual (I), Floresta Ombrófila Densa (J), Floresta Ombrófila Densa com Araucária (E), Formação Aberta do Carste (N), Savana-Estépica (O, S), e Transição abrupta entre Floresta Estacional Decidual e Formação Aberta do Carste (R).

#### 2.2.6 Amostragem e identificação do material botânico

Para realizar o inventário florístico de plantas vasculares em afloramentos de calcário nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, realizou-se pelo menos quatro amostragens em cada afloramento: duas coletas na estação de seca e duas na estação chuvosa, com dois dias de coleta em cada localidade por amostragem. Foram coletados espécimes férteis representando as diversas formas de vida e hábitos de plantas vasculares. Os espécimes coletados foram prensados em campo e herborizados, conforme as técnicas-padrão detalhadas em Fidalgo; Bononi (1984), georreferenciados, com o auxílio de GPS, e tiveram seus dados anotados em caderno de campo. Para complementar as informações e compor uma base de dados digital desse projeto, a grande maioria dos espécimes foi fotografada em seu ambiente natural ou durante a prensagem.

Por meio de revisão das exsicatas no Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB) e no Herbário Rioclarense (HRCB) da Universidade Estadual Paulista e informações do estudo de Melo et al. (2013), incorporou-se a lista de espécies registrada nos afloramentos de calcário de Arcos-Pains às análises.

Justifica-se pela abundância de material disponível nos referidos herbários e a incorporação de registros de samambaias e licófitas, ausentes na listagem de Melo et al. (2013) para Arcos-Pains.

Os materiais foram determinados por meio da consulta à bibliografia taxonômica e por comparação com espécimes no Herbário Rioclarense (HRCB), onde incorporou-se ao menos um exemplar de cada espécime coletado. Quando existentes, duplicatas foram enviadas a especialistas para confirmação e/ou identificação.

Os sistemas adotados para a classificação das coletas em famílias foram: para angiospermas, o sistema apresentado pela APG III (em Souza; Lorenzi, 2012); para monilófitas, o sistema proposto por Smith et al. (2006; 2008); e para licófitas, aquele de Kramer; Tryon (1990). Os nomes das espécies foram atualizados quanto à sinonímia de acordo com a Flora do Brasil 2020 (2019). Os hábitos dos espécimes coletados foram classificados de acordo com Vidal; Vidal (2000). A caracterização das síndromes de dispersão baseou-se em revisão de literatura e análise dos frutos (Kuhlmann, 2016).

Consultou-se a Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2<sup>1</sup> para avaliar as categorias de ameaça das espécies. Para as espécies em alguma categoria de ameaça, consultou-se o site do *National Center for Biotechnology Information* (NCBI)<sup>2</sup> para checar a disponibilidade de sequências de DNA de acesso público.

### 2.2.7 Composição de espécies da vegetação no entorno dos afloramentos

Para obter os registros das espécies de plantas vasculares no entorno dos afloramentos de calcário, utilizou-se informações da *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF)<sup>3</sup> a partir de busca direcionada a ocorrências de plantas vasculares no Brasil. Os registros foram padronizados, limpos e verificados. O nome do táxon para cada registro foi revisado e corrigido no Github<sup>4</sup> de acordo com a Flora do Brasil 2020 (2019). Os registros duplicados, que não correspondem aos dados, como estado (província), município, ano e nome científico, foram removidos do conjunto de

---

<sup>1</sup> Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). Disponível em: <<http://cncflora.jbrj.gov.br>>.

<sup>2</sup> National Center for Biotechnology Information (NCBI). Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>>.

<sup>3</sup> Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Disponível em: <<https://www.gbif.org/>>.

<sup>4</sup> <<https://github.com/karstflora/CheckNamesBrazilianFlora2020>>.

dados. Para finalizar a limpeza dos registros de ocorrência das espécies, foi utilizada a função `clean_coordinates` do pacote *CoordinateCleaner* (Zizka et al., 2019).

#### 2.2.8 Análise dos dados

Para mensurar os valores de número de espécies (diversidade  $\alpha$ ), foram contadas as espécies registradas por afloramento, domínio fitogeográfico, hábito, substrato, categoria de ameaça e síndrome de dispersão. As curvas cumulativas de espécies com o incremento de afloramentos foram elaboradas utilizando-se a função “`specaccum`” do pacote *vegan*. Todas as análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2017). Em todas as análises utilizou-se táxons identificados até espécie.

A matriz de dissimilaridade das espécies, entre os 11 afloramentos de calcário amostrados, foi gerada por meio do Índice de Probabilidade de Raup-Crick, com dados de presença/ausência das espécies em cada afloramento. Esse índice calcula a dissimilaridade entre as amostras, usando uma abordagem de modelos nulos e é independente do número de espécies (Raup e Crick, 1979). O resultado é a probabilidade de as unidades de amostragem comparadas terem composição de espécies não idênticas. Comunidades que compartilham espécies raras parecem ser mais semelhantes, com menor probabilidade de encontro de espécies raras juntas do que as comunidades que compartilham o mesmo número de espécies comuns. Os resultados variam entre 0 a 1, sendo que uma dissimilaridade próxima a 1 é considerada alta e próxima a 0 é considerada baixa. Para isso, utilizou-se a função “`raupcrick`” do pacote *vegan*. A partir da matriz de dissimilaridade de Raup-Crick, utilizou-se o método de ligação de média de grupos (UPGMA) para construção de um dendrograma para avaliar, visualmente, possíveis relações entre a composição de espécies dos afloramentos amostrados. Para tal, utilizou-se a função “`hclust`” do pacote *stats*.

Para gerar matriz de distância geográfica entre os 11 afloramentos de calcário amostrados, a partir de coordenadas geográficas em UTM, utilizou-se a função “`vegdist`” do pacote *vegan*. A correlação entre a similaridade de espécies e a distância linear entre os afloramentos foi obtida pelo teste de Mantel (Mantel, 1967), usando o índice de correlação de Pearson ao nível de significância de 5%. O método de Monte Carlo, com mil permutações aleatórias foi aplicado para avaliar a significância do teste de Mantel.

A composição florística no entorno de cada afloramento foi dividida em oito células de 50x50 m adjacentes à célula central do afloramento (Figura 6A). Calculou-se o índice de dissimilaridade de Raup-Crick para mensurar a relação entre a composição de espécies do afloramento e de cada célula no entorno.

Utilizou-se o teste de Levene para verificar se há homogeneidade de variância dos valores de dissimilaridade de Raup-Crick, com a função “*leveneTest*” do pacote *car*. Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade dos resíduos, com a função “*shapiro.test*” do pacote *stats*. Os valores de significância dos testes de Levene e Shapiro-Wilk foram menores que 5%, então rejeitou-se as hipóteses nulas de homogeneidade e normalidade dos resíduos.

Nesse contexto, para testar a dissimilaridade média dos afloramentos com o entorno, dentro dos domínios fitogeográficos, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) baseada em 999 permutações do conjunto de dados com o teste de Tukey com comparações múltiplas (Zar, 1996) para diferenças significativas ( $p < 0.05$ ). Para isso, utilizou-se as funções “*aovp*”, do pacote *ImPerm*, e a função “*HSD.test*”, do pacote *agricolae* (ou função “*TukeyHSD*” do pacote *stats*).

Consultou-se os seguintes estudos para compilar a riqueza de espécies documentadas em afloramentos de calcário nos domínios fitogeográficos estudados: Brina, 1998; Aidar et al., 2001; Silva; Scariot, 2003, 2004a, 2004b; Nascimento et al., 2004; Lombardi et al., 2005; Felfili et al., 2007; Meguro et al., 2007; Santos et al., 2007; Arruda et al., 2011; Carvalho; Felfili, 2011; Gonzaga et al., 2013; Mazziero, 2013; Melo et al., 2013; Apgaua et al., 2014; Dunaiski-Junior, 2015; Menino et al., 2015. Para permitir comparação entre as listas de espécies, o nome do táxon para cada registro foi revisado e corrigido no GitHub, de acordo com a Flora do Brasil 2020 (2019).

## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Composição florística, hábitos, substrato e síndrome de dispersão

A riqueza de espécies registrada nos 11 afloramentos de calcário estudados na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica foi de 1.087 espécies de plantas vasculares distribuídas em 568 gêneros e 139 famílias identificados até o momento. Angiospermas constituem mais de 90% da flora (1.006 espécies), seguidas por

Samambaias e Licófitas, com pouco mais de 7% (80), e um representante de Gimnosperma, *Araucaria angustifolia* (Bertol) e Kuntze (Araucariaceae) (Tabela 2).

Angiospermas estão distribuídas em 118 famílias e 528 gêneros. As dez famílias com maior riqueza de espécies foram: Fabaceae (125), Orchidaceae (65), Asteraceae (53), Euphorbiaceae (50), Piperaceae (40), Bromeliaceae (39), Rubiaceae (32), Poaceae (29), Acanthaceae (21) e Cactaceae (20) (Figura 2A). Os dez gêneros mais representativos de Angiospermas foram: *Peperomia* (29); *Croton* (15); *Senna* (15); *Begonia* (14); *Piper* (11); *Tillandsia* (11); *Cissus* (10); *Anthurium*, *Ficus*, *Maranta* e *Vriesea* (9 cada); *Justicia*, *Ipomoea*, *Bauhinia*, *Eugenia* e *Mimosa* (8 cada); e *Ruellia*, *Solanum*, *Senegalia*, *Monteverdia*, *Dioscorea*, *Rhipsalis* e *Machaerium* (7 cada).

Samambaias e licófitas estão distribuídas em 20 famílias e 39 gêneros. A maior riqueza de espécies foi encontrada nas famílias Pteridaceae (17), Aspleniaceae (15), Polypodiaceae (14), Dryopteridaceae (7) e Selaginellaceae (5). Os gêneros mais representativos foram: *Adiantum* (8); *Selaginella* (5); *Ctenitis* (4); e *Campyloneurum*, *Adiantopsis*, *Anemia*, *Microgramma* e *Pleopeltis* (3 cada).

Entre os domínios fitogeográficos, as dez famílias mais ricas em espécies foram: na Caatinga, Fabaceae (31); Euphorbiaceae (15); Poaceae (7); Asteraceae (6); Cactaceae (5); Amaranthaceae, Boraginaceae e Bromeliaceae (4 cada); e Vitaceae, Cannabaceae e Nyctaginaceae (3 cada). No Cerrado, Fabaceae (99); Euphorbiaceae (37); Asteraceae (33); Orchidaceae (27); Poaceae (23); Bromeliaceae (20); Rubiaceae e Convolvulaceae (18); Acanthaceae (16); e Pteridaceae, Marantaceae e Malpighiaceae (15). Na Mata Atlântica, Orchidaceae (39); Piperaceae (30); Bromeliaceae (20); Rubiaceae (17); Asteraceae (16); Begoniaceae (13); Araceae (11); Malvaceae (10); Polypodiaceae (9); e Aspleniaceae, Urticaceae e Sapindaceae (8). Os percentuais da riqueza de cada família, em relação ao total de espécies registradas no respectivo domínio fitogeográfico, podem ser avaliados nas Figuras 2 B, C e D.

Entre os afloramentos amostrados, Arcos-Pains apresentou a maior riqueza de espécies (329), sendo dessas 29 samambaias e licófitas, seguidas por Apiaí-Iporanga (256 no total, com 38 samambaias), Rio Branco do Sul (139, 17), Funilândia-Prudente de Moraes (127, 16), Nobres (113, 6), Formosa (112, 11), Novo Jardim (112, 4), Bela Vista (93, 7), Matias Cardoso (93, 1), Cafarnaum-Morro do Chapéu (92, 2), e Lajedinho (68, 1). Para facilitar a visualização e comparações,

tabulou-se a riqueza de espécies para cada afloramento, domínio fitogeográfico, hábito, substrato, categoria de ameaça e síndrome de dispersão (Tabela 2). As informações detalhadas sobre as espécies registradas podem ser consultadas no Anexo A (Tabela S1).

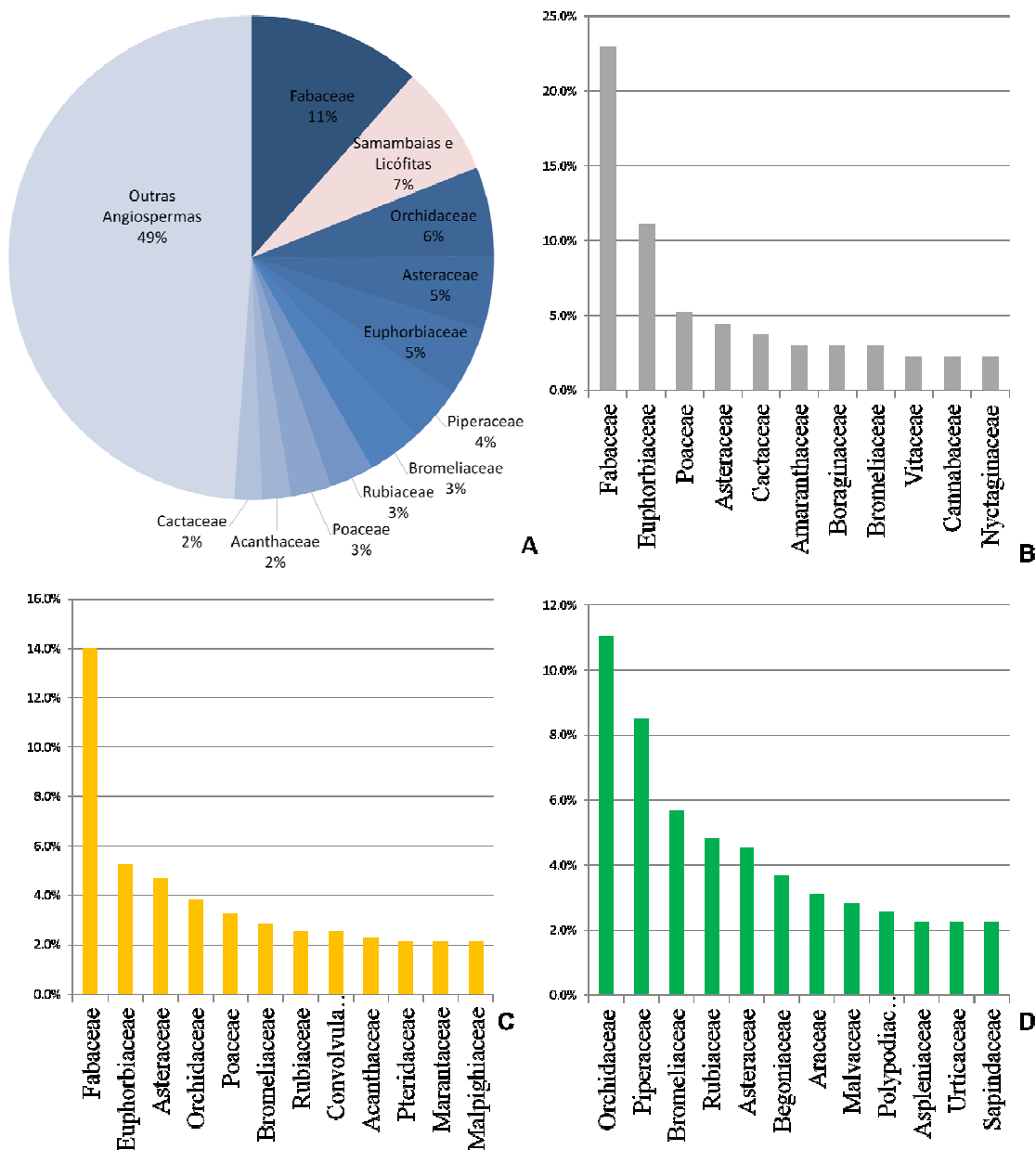
A curva de acumulação de espécies, com o incremento de afloramentos, não apresentou tendência de estabilização para a composição florística em geral. Entretanto, analisando-se separadamente o acúmulo de espécies por grupos, nota-se tendência à estabilização, para as espécies de samambaias e licófitas, e de angiospermas arbóreas, o que não acontece para espécies de angiospermas não arbóreas, como ervas, trepadeiras e arbustos e subarbustos (Figura 3).

**Tabela 2.** Riqueza de espécies registradas por afloramento, domínio fitogeográfico, hábito, substrato, categoria de ameaça e síndrome de dispersão.

		Caatinga			Cerrado						Mata Atlântica			Total		
	Domínio Fitogeográfico / Afloramento	Cafarnaum-Morro do Chapéu		Totais Caatinga	Arcos-Pains			Formosa	Funilândia-Prudente de Moraes			Totais Cerrado	Mata Atlântica		Total Geral	
		Lajedinho			Bela Vista		Nobres		Novo Jardim	Rio Branco do Sul						
Taxa	N° espécies	92	68	<b>135</b>	329	93	112	127	93	113	112	<b>707</b>	256	139	<b>353</b>	<b>1087</b>
	N° gêneros	76	57	<b>105</b>	220	74	96	105	83	100	99	<b>410</b>	155	105	<b>219</b>	<b>568</b>
	N° famílias	42	27	<b>46</b>	77	40	45	49	40	52	52	<b>109</b>	70	57	<b>93</b>	<b>139</b>
	Angiospermas	90	67	<b>133</b>	300	86	101	111	92	107	109	<b>663</b>	218	121	<b>310</b>	<b>1006</b>
	Gimnospermas Samambaias e Licófitas	2	1	<b>2</b>	29	7	11	16	1	6	4	<b>44</b>	38	17	<b>42</b>	<b>80</b>
Categorias de Ameaça	CR								1		<b>1</b>	1		<b>1</b>	<b>2</b>	
	DD	1		<b>1</b>		2		1			<b>2</b>	1		<b>1</b>	<b>4</b>	
	EN					5	3	2	1	1	<b>10</b>	2	1	<b>3</b>	<b>13</b>	
	LC	9	9	<b>15</b>		38	18	18	19	19	10	<b>89</b>	50	16	<b>60</b>	<b>146</b>
	NT	1		<b>1</b>		4	1	1	1	2		<b>11</b>	7	1	<b>7</b>	<b>18</b>
	VU					1	2	2		1		<b>6</b>	1	1	<b>2</b>	<b>7</b>
Hábitos	Árvore	40	19	<b>49</b>	128	39	34	40	30	40	36	<b>228</b>	39	26	<b>59</b>	<b>295</b>
	Subarbusto	14	13	<b>22</b>	36	18	12	19	12	13	14	<b>99</b>	26	22	<b>46</b>	<b>151</b>
	Arbusto	47	21	<b>57</b>	95	28	29	32	34	35	31	<b>212</b>	41	37	<b>69</b>	<b>304</b>
	Erva	17	25	<b>35</b>	101	42	43	54	28	33	44	<b>239</b>	164	68	<b>207</b>	<b>447</b>
	Trepadeira	8	10	<b>17</b>	62	4	16	13	12	21	22	<b>118</b>	18	21	<b>34</b>	<b>155</b>
Substrato	Terrícuca	81	61	<b>122</b>	79	111	90	99	79	99	95	<b>613</b>	159	124	<b>251</b>	<b>893</b>
	Rupícula	10	8	<b>15</b>	50	6	22	21	20	8	14	<b>90</b>	55	24	<b>64</b>	<b>151</b>
	Epífita	2	2	<b>3</b>	29	6	13	18	2	4	10	<b>56</b>	94	22	<b>105</b>	<b>153</b>
	-	3	1	<b>3</b>	29	6	11	16	1	6	4	<b>43</b>	37	17	<b>41</b>	<b>79</b>
Síndrome de dispersão	anemocoria	17	13	<b>27</b>	74	15	27	32	24	28	25	<b>161</b>	79	18	<b>90</b>	<b>257</b>
	autocoria	23	23	<b>40</b>	77	21	26	33	32	26	27	<b>195</b>	24	28	<b>46</b>	<b>253</b>
	epizoocoria	3	3	<b>5</b>	3	3	1		1	2	1	<b>9</b>	3	5	<b>8</b>	<b>20</b>
	não encontrada	5	5	<b>9</b>	12	8	3	4	6	5	3	<b>37</b>	13	14	<b>26</b>	<b>70</b>
	zoocoria	41	23	<b>51</b>	135	39	44	42	30	46	53	<b>262</b>	99	57	<b>142</b>	<b>408</b>

Categorias de ameaça: CR = criticamente em perigo, DD = dados insuficientes, EM = em perigo, LC = pouco preocupante, NT = quase ameaçada, VU = vulnerável.

**Figura 2.** Dez famílias de espécies de plantas vasculares mais ricas registradas em afloramentos de calcário.

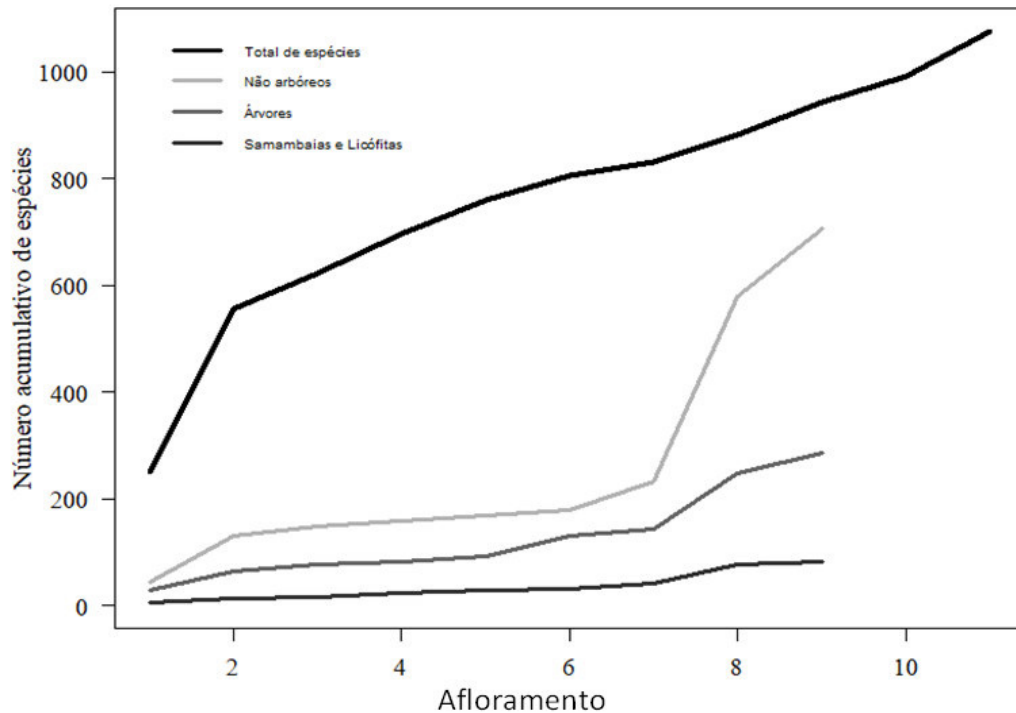


A) Percentual de espécie das famílias de angiospermas mais ricas no geral e de samambaias e licófitas, B) percentual de espécie das famílias mais ricas na Caatinga, C) percentual de espécie das famílias mais ricas no Cerrado, e D) percentual de espécie das famílias mais ricas na Mata Atlântica.

O hábito herbáceo representou 41% do total de espécies coletadas e os hábitos arbustivo e arbóreo representaram 28 e 27%, respectivamente. Trepadeiras e sub-arbustos representaram 14% do total de espécies cada (Figura 4A). O hábito herbáceo representou quase 60% da riqueza de espécies coletadas na Mata

Atlântica. Árvores e arbustos foram mais representativos na Caatinga e no Cerrado. Trepadeiras possuíram percentuais de espécies equivalentes entre Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Sub-arbustos se destacam na Caatinga (Figura 4D). Cabe destacar a ocorrência de palmeiras e bambus encontrados na maioria das localidades estudadas.

**Figura 3.** Curva de acumulação de espécies com o incremento de afloramentos.



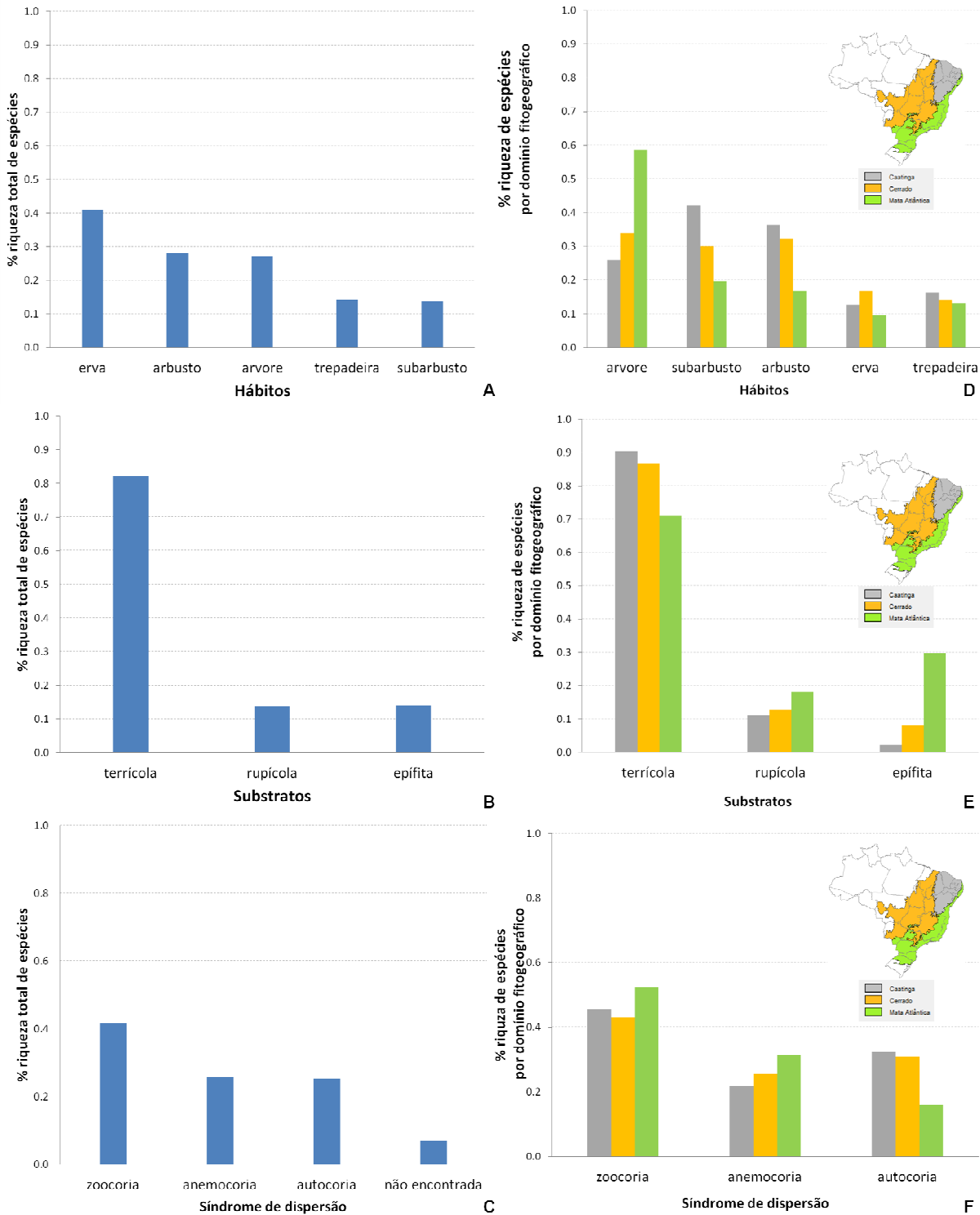
Linha preta grossa = composição florística geral, linha cinza claro = espécies de angiospermas não arbóreas (ervas, trepadeiras e arbustos e subarbustos), linha cinza escuro = espécies de angiospermas arbóreas, linha preta fina = samambaias e licófitas.

O substrato terrícola representou 82% do total de espécies registradas, enquanto rupícolas e epífitas representam 14% cada (Figura 4B). Epífitas e rupícolas foram mais comuns na Mata Atlântica, e terrícolas foram mais comuns na Caatinga e no Cerrado (Figura 4E).

A dispersão realizada por animais (zooecoria) representou 46% do total da riqueza de espécies sobre afloramentos calcários; a anemocoria, dispersão pelo vento, e autocoria, dispersão de sementes sem a intervenção de agentes externos, representaram 27% cada (Figura 4C). Enquanto a autocoria representou

aproximadamente um terço do total de espécies na Caatinga e no Cerrado, essa síndrome de dispersão foi menos representativa na Mata Atlântica (Figura 4F).

**Figura 4.** Percentual geral e dentro de cada domínio fitogeográfico de espécies coletadas em afloramentos calcários por hábito, substrato e síndrome de dispersão.



A) hábitos, B) substrato, C) síndrome de dispersão, D) hábito por domínio fitogeográfico, E) substrato por domínio fitogeográfico e F) síndrome de dispersão por domínio fitogeográfico.

Menos de 5% (44) das espécies registradas em afloramentos de calcário estão classificadas em alguma categoria de ameaça, conforme os critérios de CNCFlora (2019). Entre esses, 72% (32) possuem sequências de DNA publicamente disponíveis no site do NCBI (Tabela 3).

**Tabela 3.** Espécies registradas em afloramentos amostrados de calcário na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica e classificadas em alguma categoria de ameaça conforme CNCFlora (2019).

Família	Espécie	NCBI sequences
<b>Criticamente em Perigo (CR)</b>		
Asteraceae	<i>Chaptalia hermogenis</i> M.D.Moraes	N
Bromeliaceae	<i>Encholirium longiflorum</i> Leme	N
<b>Dados Insuficientes (DD)</b>		
Asteraceae	<i>Gardnerina angustata</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	S
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cynanchifolia</i> Meisn.	S
Urticaceae	<i>Pilea rhizobola</i> Miq.	S
Cactaceae	<i>Tacinga funalis</i> Britton & Rose	S
<b>Em perigo (EN)</b>		
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	S
Begoniaceae	<i>Begonia toledoana</i> Handro	N
Euphorbiaceae	<i>Bernardia crassifolia</i> Müll.Arg.	N
Asteraceae	<i>Dimerostemma annuum</i> (Hassl.) H. Rob.	S
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea pseudomacrocapsa</i> G.M.Barroso et al.	S
Bromeliaceae	<i>Encholirium luxor</i> L.B.Sm. & R.W.Read	N
Solanaceae	<i>Lycianthes repens</i> (Spreng.) Bitter	N
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	S
Rutaceae	<i>Pilocarpus trachylophus</i> Holmes	N
Amaranthaceae	<i>Quaternella glabratooides</i> (Suess.) Pedersen	N
Gesneriaceae	<i>Sinningia hatschbachii</i> Chautems	S
Malpighiaceae	<i>Thryallis parviflora</i> C.Anderson	S
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum warmingianum</i> Rohrb.	S

<b>Quase ameaçada (NT)</b>		
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	S
Malpighiaceae		
e	<i>Banisteriopsis parviflora</i> (A.Juss.) B.Gates	S
Orchidaceae	<i>Cattleya bicolor</i> Lindl.	S
Orchidaceae	<i>Cattleya nobilior</i> Rchb.f.	S
Vitaceae	<i>Cissus serroniana</i> (Glaz.) Lombardi	S
Asteraceae	<i>Dimerostemma apense</i> (Chodat) M.D.Moraes	N
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	
Bignoniaceae	Mattos	S
	<i>Handroanthus selachidentatus</i> (A.H.Gentry)	
Bignoniaceae	S.Grose	S
Myrtaceae	<i>Myrceugenia reitzii</i> D.Legrand	S
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	S
Piperaceae	<i>Peperomia hydrocotyloides</i> Miq.	N
Cactaceae	<i>Pilosocereus floccosus</i> Byles & Rowley	S
Cactaceae	<i>Rhipsalis oblonga</i> Loefgr.	S
Cactaceae	<i>Rhipsalis pilocarpa</i> Loefgr.	S
Solanaceae	<i>Solanum pinetorum</i> (L.B.Sm. & Downs) Bohs	S
Bromeliaceae	<i>Vriesea flava</i> A.F.Costa, H.Luther & Wand.	S
Annonaceae	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	S
Orchidaceae	<i>Zootrophion atropurpureum</i> (Lindl.) Luer	S
<b>Vulnerável (VU)</b>		
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	S
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	S
Poaceae	<i>Leersia ligularis</i> Trin.	S
Orchidaceae	<i>Cattleya walkeriana</i> Gardner	S
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	S
Amaranthaceae		
ae	<i>Pfaffia minarum</i> Pedersen	N
Asteraceae	<i>Dimerostemma grazielae</i> H.Rob.	N

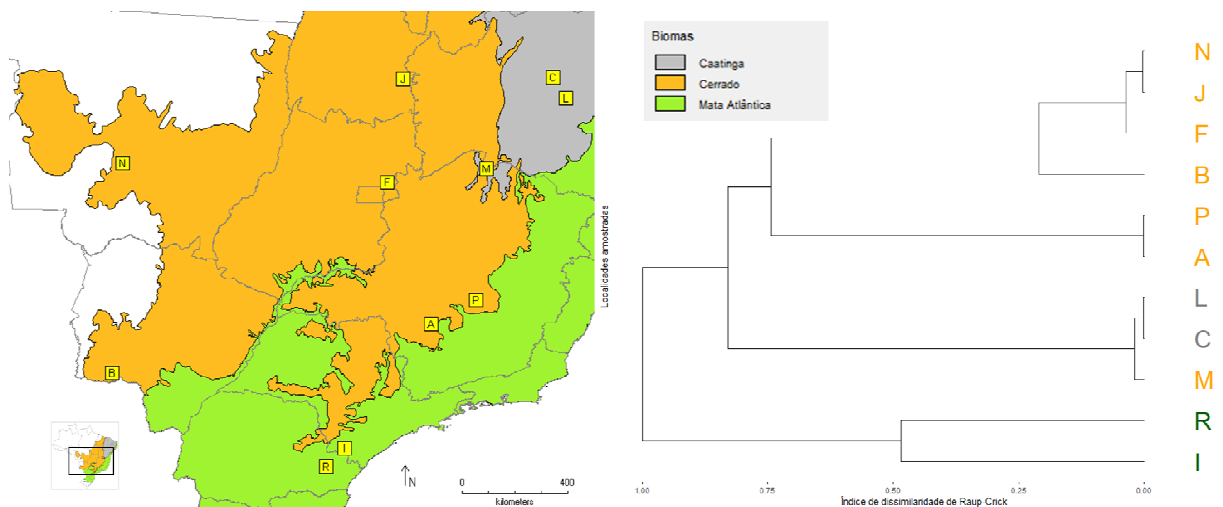
### 2.3.2 Relação florística entre os afloramentos de calcário

A análise de dissimilaridade permitiu identificar uma clara distinção florística entre os afloramentos calcários da Mata Atlântica (I e R) e os demais afloramentos estudados na Caatinga e no Cerrado, bem como um fraco relacionamento florístico entre Caatinga e Cerrado (Figura 5), não corroborando com a hipótese inicial de existência de similaridade florística entre afloramentos de calcários localizados em diferentes domínios fitogeográficos.

Dentro do Cerrado, os afloramentos inseridos no Brasil Central, Formosa e Novo Jardim, e nas porções ocidentais do domínio, Bela Vista e Nobres, formaram um grupo que se distingue daquele composto pelos afloramentos ocidentais, na transição com a Mata Atlântica, Arcos-Pains e Funilândia-Prudente de Moraes. O

afloramento localizado na área de tensão ecológica entre o Cerrado e a Caatinga, Matias Cardoso, apresentou alta similaridade florística com aqueles na área core da Caatinga, Cafarnaum-Morro do Chapéu e Lajedinho (Figura 5).

**Figura 5.** Dendrograma de análise de agrupamento (UPGMA), da composição de espécies registradas em afloramentos calcários nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, utilizando o índice de dissimilaridade de Raup-Crick.



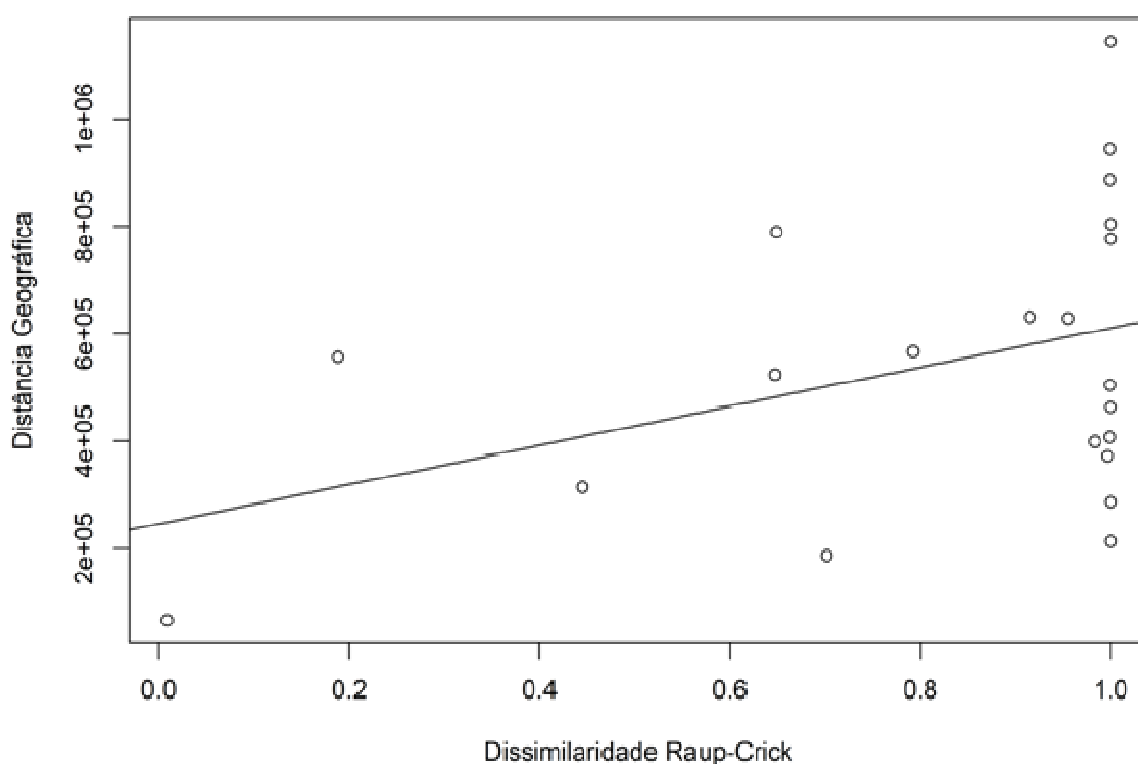
A = Arcos-Pains, Minas Gerais; B = Bela Vista, Mato Grosso do Sul; C = Cafarnaum-Morro do Chapéu, Bahia; F = Formosa, Goiás; I = Apiaí-Iporanga, São Paulo; J = Novo Jardim, Tocantins; L = Lajedinho, Bahia; M = Matias Cardoso, Minas Gerais; N = Nobres, Mato Grosso do Sul; P = Funilândia-Prudente de Moraes, Minas Gerais; R = Rio Branco do Sul, Paraná.

### 2.3.3 Correlação entre a similaridade florística e a distância geográfica dos afloramentos

O resultado do teste de Mantel, para avaliar a correlação entre a similaridade de espécies e a distância geográfica dos afloramentos nos três domínios fitogeográficos, não foi significativo ( $p = 0.748$ ), sugerindo que a similaridade florística não altera em função da distância geográfica, considerando afloramentos da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica. Logo, na abrangência total da área geográfica investigada, afloramentos próximos ou distantes podem apresentar alta ou baixa similaridade florística entre si. Entretanto, dentro do domínio fitogeográfico

do Cerrado, a relação de similaridade entre composição de espécies dos afloramentos diminui significativamente ( $p < 0.05$ ,  $r = 0.3861$ ) com o aumento da distância geográfica, sugerindo que, no Cerrado, os afloramentos calcários mais distantes entre si possuem menor similaridade florística (Figura 6). Para Caatinga e Mata Atlântica, não foi possível realizar o mesmo teste pelo fato de possuírem somente duas unidades amostrais cada.

**Figura 6.** Correlação entre a similaridade de espécies e a distância geográfica dos afloramentos de calcário no domínio fitogeográfico do Cerrado.

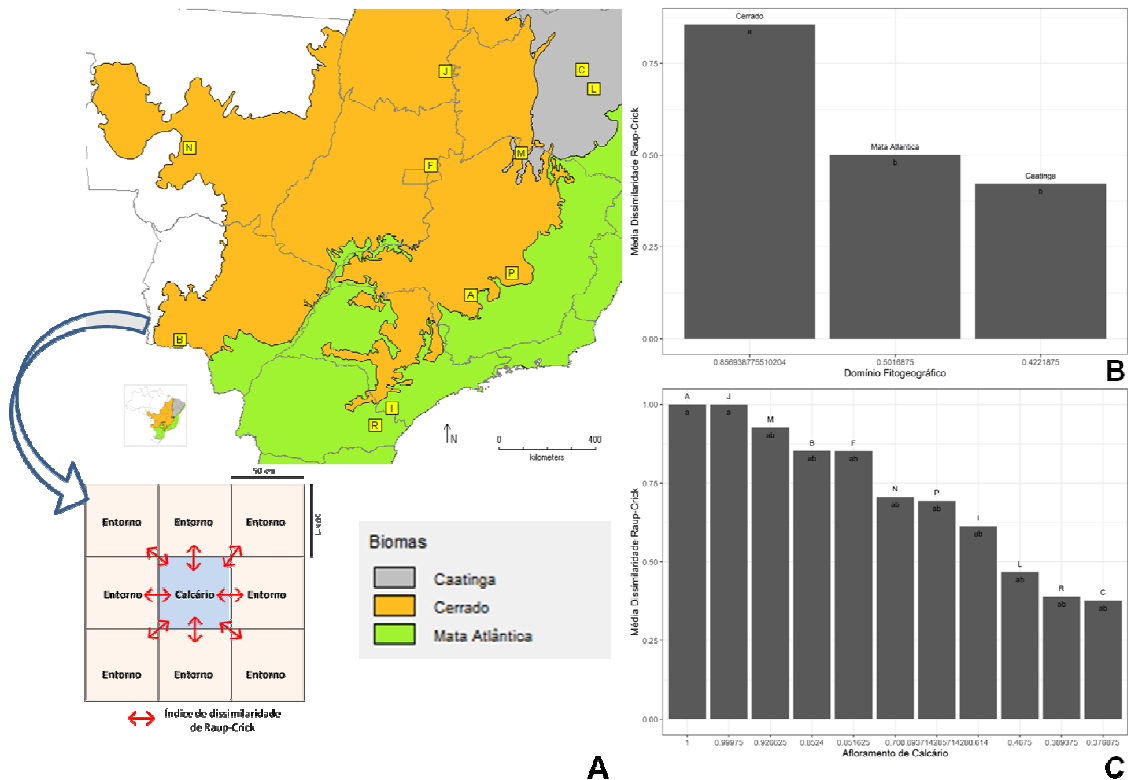


#### 2.3.4 Relacionamento florístico entre os afloramentos de calcário no entorno

Os resultados da análise de variância sugeriram uma diferença significativa ( $p < 0.01$ ) para a dissimilaridade média entre os afloramentos por domínio fitogeográfico. Cerrado apresentou os maiores valores médios de dissimilaridade, enquanto Caatinga e Mata Atlântica apresentaram os menores (Figura 7B). Para a dissimilaridade média entre cada afloramento e o seu entorno, encontrou-se uma diferença significativa ( $p < 0.05$ ) somente para aqueles afloramentos que apresentaram alta dissimilaridade com o entorno: Arcos-Pains e Novo Jardim (Figura

7C). Todos os outros afloramentos apresentaram grande amplitude de valores de dissimilaridade com as oito células do entorno, sugerindo grande heterogeneidade florística regional.

**Figura 7.** Relacionamento florístico entre os afloramentos de calcário no entorno.



A) Mapa de localização dos afloramentos amostrados e esquema de comparação com até oito células (50 km<sup>2</sup> cada) compondo o entorno do afloramento. Valores médios de dissimilaridade de Raup-Crick entre afloramentos de calcário e o entorno; B) por domínio fitogeográfico (letras diferentes para grupos com significância  $\leq 0.01$ ); e C) por afloramento de calcário (letras diferentes para grupos com significância  $\leq 0.05$ ).

A = Arcos-Pains, Minas Gerais; B = Bela Vista, Mato Grosso do Sul; C = Cafarnaum-Morro do Chapéu, Bahia; F = Formosa, Goiás; I = Apiaí-Iporanga, São Paulo; J = Novo Jardim, Tocantins; L = Lajedinho, Bahia; M = Matias Cardoso, Minas Gerais; N = Nobres, Mato Grosso; P = Funilândia-Prudente de Moraes, Minas Gerais; R = Rio Branco do Sul, Paraná.

Por fim, para orientar a discussão dos resultados e fornecer um panorama da riqueza de espécies documentada por estudos de levantamento da vegetação em

afloramentos de calcário na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, apresentou-se o número de espécies detalhada por domínio fitogeográfico, referência e município (Tabela 4).

**Tabela 4.** Riqueza de espécies documentada por estudos sobre a vegetação associada aos afloramentos de calcário no Brasil.

Referência	Município	UF	Riqueza
	Cerrado		
Brina (1998)	Matozinhos	MG	60
Silva; Scariot (2003)	Guarani de Goiás	GO	29
Fernández Casas (2004)	Iguatama	MG	1
Silva; Scariot (2004a)	Campos Belos	GO	39
Silva; Scariot (2004b)	Sao Domingos	GO	41
Lombardi et al. (2005)	Itacarambi	MG	58
Castro; Rapini (2006)	Bom Jesus da Lapa	BA	1
Felfili et al. (2007)	Posse	GO	39
Santos et al. (2007)	Juramento	MG	55
Santos et al. (2007)	Montes Caros	MG	45
Carvalho-Sobrinho; Queiroz (2008)	Sao Felix do Coribe	BA	1
Souza-Silva; Rapini (2009)	Sao Felix do Coribe	BA	1
Araújo et al. (2010)	Iguatama	MG	1
Arruda et al. (2011)	Capitao Eneas	MG	36
Carvalho; Felfili (2011)	Posse	GO	45
Salas; Cabral (2012)	Cocos	BA	1
Fiaschi (2013)	Santana do Riacho	MG	1
Gonzaga et al. (2013)	Sao Felix do Coribe	BA	48
Gonzaga et al. (2013)	Arcos	MG	65
Gonzaga et al. (2013)	Paracatu	MG	81
Gonzaga et al. (2013)	Sao Joao das Missoes	MG	71
Melo et al. (2013)	Arcos	MG	330
Apgaua et al. (2014)	Manga	MG	69
Nascimento et al. (2004)	Monte Alegre de Goiás	GO	49
Forzza; Leme (2015)	Santana	BA	1
Forzza; Leme (2015)	Sao Desiderio	BA	1
Lombardi (2015)	Matias Cardoso	MG	1
Menino et al. (2015)	Januaria	MG	149
Meguro et al. (2007)	Arcos	MG	25
Meguro et al. (2007)	Bocaiuva	MG	17
Meguro et al. (2007)	Monjolos	MG	142
Meguro et al. (2007)	Morro do Pilar	MG	134
Meguro et al. (2007)	Pains	MG	21
Meguro et al. (2007)	Vespasiano	MG	30

Mata Atlântica			
Aidar et al. (2001)	Iporanga	SP	83
Mazziero (2013)	Apiai	SP	26
Mazziero (2013)	Iporanga	SP	47
Dunaiski-Junior (2015)	Rio Branco do Sul	PR	278

## 2.4 Discussão

Considerando-se o número de espécies (1.107 espécies) e composição de espécies registradas em afloramentos de calcários no Brasil por estudos anteriores (Brina, 1998; Aidar et al., 2001; Silva; Scariot, 2003, 2004a, 2004b; Nascimento et al., 2004; Lombardi et al., 2005; Felfili et al., 2007; Meguro et al., 2007, Santos et al., 2007; Arruda et al., 2011; Carvalho; Felfili, 2011; Gonzaga et al., 2013; Mazziero, 2013; Melo et al., 2013; Apgaua et al., 2014; Dunaiski-Junior, 2015; Menino et al., 2015), esse levantamento florístico (1.087 espécies) compartilhou 40% das espécies (444), não registrou 59% (663) e acrescentou 58% (643) à lista daquelas espécies já registradas para o substrato de calcário no Brasil. Entre as espécies registradas nesse estudo, *Oziroë argentinensis* (Lillo; Hauman) Speta representou o primeiro registro para o Brasil e para o substrato calcário (Melo; Lombardi, 2019) e *Peperomia bernhardiana* C. DC. foi neotipificada a partir material botânico coletado nesse levantamento (Marcusso et al., 2018).

A riqueza de samambaias e licófitas registradas em afloramentos no Cerrado (44) foi semelhante à registrada nos afloramentos da Mata Atlântica (42), o que não corrobora com levantamentos anteriores (Lombardi et al., 2005; Meguro et al., 2007; Mazziero, 2013; Dunaiski-Junior, 2015). Afloramentos localizados na transição Cerrado-Mata Atlântica, Arcos-Pains (29) e Funilândia-Prudente de Moraes (16) apresentaram maior riqueza de samambaias e licófitas que os demais distribuídos pelo Cerrado. Entretanto, Cerrado e Mata Atlântica compartilham apenas seis das 80 espécies de samambaias e licófitas, menos de 1% do total: *Adiantum raddianum* C.Presl., *Anemia phyllitidis* (L.) Sw., *Asplenium auritum* Sw., *Campyloneurum angustifolium* (Sw.) Fée, *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston e *Polytaenium lineatum* (Sw.) Kaulf.

Os registros desse levantamento adicionam 35 espécies de samambaias e licófitas à lista das espécies já registradas para o substrato calcário no Cerrado (17), Lombardi et al. (2005) no norte de Minas Gerais (13) e Mazziero (2013) no centro-

oeste de Minas Gerais (9). Na Mata Atlântica, a contribuição foi menor, com apenas 18 espécies adicionadas à lista de 74 já registradas para o domínio por Dunaiski-Junior (2015), em Rio Branco do Sul (22), e Meguro et al. (2007), no PETAR (59).

A riqueza de angiospermas registradas em afloramentos na Mata Atlântica (310) foi semelhante à riqueza total documentada por estudos anteriores para esse domínio (316): Aidar et al. (2001) no PETAR (83 espécies) e Dunaiski-Junior (2015) em Rio Branco do Sul, Paraná (254). Entretanto, para pouco mais de 16% (50) das espécies coletadas nesse levantamento, já havia registro em levantamentos anteriores e 83% (260) representaram novidades para o substrato carbonático no domínio da Mata Atlântica.

A riqueza de angiospermas registradas em afloramentos no Cerrado (663) foi inferior à riqueza total documentada por estudos anteriores (780) (Brina, 1998; Silva; Scariot, 2003, 2004a, 2004b; Nascimento et al., 2004; Lombardi et al., 2005; Felfili et al., 2007; Meguro et al., 2007; Santos et al., 2007; Arruda et al., 2011; Carvalho; Felfili, 2011; Gonzaga et al., 2013; Melo et al., 2013; Apgaua et al., 2014; Menino et al., 2015). Pouco mais de 40% (316) das espécies coletadas nesse levantamento já foram registradas em afloramento de calcário no Cerrado por estudos anteriores e quase 60% (464) representaram novidade para o substrato carbonático no domínio do Cerrado.

Apesar de não terem sido encontrados estudos de levantamento da vegetação em afloramentos de calcário na Caatinga, 70% das novas espécies de plantas descritas em ambientes com afloramento de calcário no Brasil desde 2004 foram coletadas na Caatinga ou na transição Caatinga-Cerrado, sendo seis na Bahia — *Allamanda calcicola* Souza-Silva; Rapini (Souza-Silva; Rapini, 2009), *Ceiba rubriflora* Carv.-Sobr. & L.P. Queiroz (Carvalho-Sobrinho; Queiroz, 2008), *Denscantia calcicola* R.M. Salas & E.L. Cabral (Salas; Cabral, 2012), *Encholirium fragae* Forzza e *E. splendidum* Forzza (Forzza; Leme, 2015), *Ficus bonijesulapensis* R.M. Castro (Castro; Rapini, 2006) — e uma em Minas Gerais — *Priogymnanthus saxicolus* Lombardi (Lombardi, 2015).

Os resultados sugerem forte relação florística entre os afloramentos de calcário na Caatinga, Lajedinho e Cafarnaum-Morro do Chapéu, com aquele localizado na transição Caatinga-Cerrado, Matias Cardoso, corroborando com os resultados de Apgaua et al. (2014), que não identificaram grupos florísticos entre as

comunidades arbóreas em florestas decíduais localizadas entre o norte de Minas Gerais e o sul da Bahia.

Dentro do domínio fitogeográfico do Cerrado, a relação de similaridade entre a composição de espécies diminui significativamente ( $p < 0.05$ ,  $r = 0.3861$ ) com o aumento da distância geográfica entre os afloramentos, o que pode explicar a formação de dois grupos de afloramentos no Cerrado no dendrograma; um composto por afloramentos localizados na transição do Cerrado com Mata Atlântica, Arcos-Pains e Funilândia-Prudente de Moraes, e outro pelos afloramentos localizados na porção central e oeste do domínio. Na Mata Atlântica, os afloramentos de calcários apresentaram uma mediana relação de similaridade florística entre si, e provavelmente só formaram um grupo por se diferenciarem completamente dos demais.

De forma geral, as regiões cársticas não são significativamente mais ricas em espécies ou mais ricas em espécies endêmicas e de distribuição restrita do que as áreas circundantes (Bystriakova et al., 2019). Contudo, os resultados sugeriram que afloramentos de calcário no Cerrado possuem baixa similaridade florística com a vegetação no seu entorno, constituindo-se importantes áreas para a conservação da diversidade florística nesse domínio fitogeográfico. Nesse contexto, os resultados corroboraram os achados de Scariot e Sevilha (2005), que encontraram diferenças na composição de espécies entre as formações florestais decíduais de afloramentos calcários e em áreas planas na bacia do Rio Paraná. Das 102 espécies amostradas nos levantamentos fitossociológicos, 29 foram apontadas como de ocorrência preferencial nos afloramentos calcários, dentre as quais se destacaram pelos elevados valores de densidade e frequência. Altos teores de cálcio e magnésio e baixos teores de alumínio são comumente descritos como importantes fatores para determinar a ocorrência das Florestas Estacionais Decíduais do Brasil (Ratter et al., 1973; Prado; Gibbs, 1993; Oliveira Filho; Ratter, 1995), o que pode, em parte, explicar o padrão de baixa similaridade florística observado entre afloramentos calcários no Cerrado e no seu entorno.

Apesar da expressiva contribuição ao conhecimento da composição florística de afloramentos calcários na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica, a curva de acumulação de espécies não apresentou tendência de estabilização com o incremento de afloramentos, especialmente angiospermas não arbóreas, sugerindo

a necessidade da continuidade do levantamento florístico em afloramentos calcários na área geográfica investigada.

## 2.5. Conclusão

A composição florística registrada em afloramentos de calcário na Mata Atlântica foi muito distinta daquelas registradas em afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado. Com exceção de áreas de ecotonais, afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado apresentaram um fraco relacionamento florístico. A similaridade florística entre os afloramentos dentro do Cerrado diminuiu significativamente com o aumento da distância geográfica e, no geral, os afloramentos apresentaram alta dissimilaridade florística média com o entorno. O aumento de 50% na composição de espécies registradas por levantamentos anteriores em afloramentos de calcário nos domínios fitogeográficos da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica indica o atual grau de desconhecimento florístico nesse substrato e demonstra a necessidade de realização de novos levantamentos, especialmente direcionados a angiospermas não-arbóreas, samambaias e licófitas.

## Literatura Citada

AHR, W. M. **Geology of carbonate reservoirs: the identification, description and characterization of hydrocarbon reservoirs in carbonate rocks**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

AIDAR, M. P. M.; GODOY, J. R. L. De; BERGMANN, J.; JOLY, C. A. Atlantic Forest succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 455–469, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042001000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042001000400012&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: <[http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen\\_s\\_climate\\_classification\\_map\\_for\\_Brazil?af=crossref](http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref)>

ANDRADE-LIMA, D. De. Flora de áreas erodidas de calcário Bambuí, em Bom Jesus da Lapa, Bahia. **Revista Brasileira de Biologia**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 179–194, 1977.

APGAUA, D. M. G.; COELHO, P. A.; SANTOS, R. M. Dos; SANTOS, P. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. De. Tree community structure in a seasonally dry tropical forest remnant, Brazil. **CERNE**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 173–182, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-)

77602014000200001&lng=en&tlng=en>

ARRUDA, D. M.; BRANDÃO, D. O.; COSTA, F. V.; TOLENTINO, G. S.; BRASIL, R. D.; D'ANGELO NETO, S.; NUNES, Y. R. F. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 131–142, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622011000100016&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000100016&lng=en&tlng=en)>

AULER, A. S.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. **As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001.

BIGARELLA, J. J.; DE ANDRADE, G. O. Contribution to the Study of the Brazilian Quaternary. In: [s.l: s.n.]. p. 433–452.

BRINA, A. E. **Aspectos da dinâmica da vegetação associada a afloramentos calcários na APA Carste de Lagoa Santa, MG**. 1998. Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 1998.

BYSTRIAKOVA, N.; ALVES DE MELO, P. H.; MOAT, J.; LUGHADHA, E. N.; MONRO, A. K. A Preliminary Evaluation of The Karst Flora of Brazil Using Collections Data. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 17037, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-53104-6>>

CARVALHO-SOBRINHO, J. de G.; QUEIROZ, L. P. De. *Ceiba rubriflora* (Malvaceae: Bombacoideae), a new species from Bahia, Brazil. **Kew Bulletin**, [s. l.], v. 63, n. 4, p. 649–653, 2008.

CARVALHO, F. A.; FELFILI, J. M. Use of alpha and beta diversity as base to select priority areas for conservation: An analysis of the dry forests on limestone outcrops in Parana valley, Goiás State, Brazil. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 830–838, 2011. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80155130162&partnerID=40&md5=2509527895d0325f9120dc6300c1de5d>>

CASTRO, R. M.; RAPINI, A. M. Four new species of Moraceae from Bahia, Brazil. **Neodiversity**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 13–20, 2014.

DUNAIKI-JUNIOR, A. **Regeneração De Floresta Ombrófila Mista , No Município De Rio Branco Do Sul – Pr, Após Degradação Por Mineração De Calcário**. 2015. Universidade Federal Do Paraná, [s. l.], 2015.

ESCHWEGE, W. L. von. **Pluto brasiliensis**. Berlin: Reimer, 1883.

FABRI, F.; HELENA, C.; ROCHA, R.; AULER, A. S. Karstic relief in siliciclastic rocks: a revision on the basis of the literature. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 339–351, 2014.

FELFILI, J. M.; NASCIMENTO, A. R. T.; FAGG, C. W.; MEIRELLES, E. M. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 611–621, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042007000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042007000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, [s. l.], v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.5086>>

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1984.

**Flora do Brasil 2020 em construção**. 2019. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

FORZZA, R. C.; LEME, E. M. C. Three new species of Encholirium (Bromeliaceae) from eastern Brazil. **Phytotaxa**, [s. l.], v. 227, n. 1, p. 13–24, 2015.

**GBIF. The Global Biodiversity Information Facility. What is GBIF?** 2019. Disponível em: <<https://www.gbif.org/>>. Acesso em: 2 jun. 2019.

**GenBank**. 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

GONZAGA, A. P. D.; PINTO, J. R. R.; MACHADO, E. L. M.; FELFILI, J. M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 11–19, 2013.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. v. 39 Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual\\_vegetacao.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual_vegetacao.shtm)>

JANSEN, D. C.; CAVALCANTI, L. F.; LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 42–57, 2012. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/RBEsp/article/view/255/pdf\\_15](http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/RBEsp/article/view/255/pdf_15)>

KARMANN, I.; SALLUN FILHO, W. Paisagens subterrâneas do Brasil. **Ciência Hoje.**, [s. l.], v. 40, n. 235, p. 18–25, 2007.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleotema**, [s. l.], v. 13, p. 105–167, 1979.

KRAMER, K. U.; TRYON, R. M. Introduction to the treatment of pteridophytes. In: KRAMER, K. U.; GREEN, P. . (Eds.). **The families and genera of vascular plants - I. Pteridophytes and Gymnosperms**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 12–13.

KUHLMANN, M. **Estratégias de dispersão de sementes no bioma Cerrado: Considerações Ecológicas e Filogenéticas**. 2016. Universidade de Brasília, [s. l.], 2016.

- Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2.** 2019. Disponível em: <<http://cncflora.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 1 jun. 2019.
- LOMBARDI, J. A. *Prigymnanthus saxicolus* (Oleaceae), a new species from Minas Gerais, Brazil. **Phytotaxa**, [s. l.], v. 221, n. 1, p. 66–70, 2015.
- LOMBARDI, J. A.; SALINO, A.; TEMONI, L. G. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 3–20, 2005.
- MARCUSSO, G. M.; BIRAL, L.; RIBEIRO, H. L.; PEIXOTO, T. R.; MELO, P. H. A. De; MATHIEU, G.; LOMBARDI, J. A. Emended description and neotypification of *Peperomia bernhardiana* C. DC. (Piperaceae). **Phytotaxa**, [s. l.], v. 344, n. 2, p. 177–184, 2018. Disponível em: <<https://biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.344.2.6>>
- MAZZIERO, F. F. F. **Distribuição e diversidade de samambaias e licófitas em formações geológicas distintas (calcário e filito), no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga, São Paulo.** 2013. Universidade Federal do Paraná, [s. l.], 2013.
- MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; MELLO-SILVA, R. De; CORDEIRO, I. Composição florística e estrutura das florestas estacionais decíduas sobre calcário a oeste da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 147–171, 2007.
- MELO, P. H. A. De; LOMBARDI, J. A. First record of *Oziroë argentinensis* (Lillo & Hauman) Speta (Asparagaceae) for Brazil. **Feddes Repertorium**, [s. l.], p. 1–3, 2019. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/fedr.201900003>>
- MELO, P. H. A. De; LOMBARDI, J. A.; SALINO, A.; CARVALHO, D. A. De. Composição florística de angiospermas no carste do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguesia**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 29–36, 2013.
- MENINO, G. C. de O.; SANTOS, R. M. Dos; APGAUA, D. M. G.; PIRES, G. G.; PEREIRA, D. G. S.; FONTES, M. A. L.; ALMEIDA, H. de S. Florística e estrutura de florestas tropicais sazonalmente secas. **CERNE**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 277–291, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-77602015000200277&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602015000200277&lng=pt&tlng=pt)>
- NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 659–669, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062004000300023&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062004000300023&lng=pt&tlng=pt)>
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 141–194, 1995. Disponível em: <[https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0960428600000949/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0960428600000949/type/journal_article)>

- PEDERSOLI, J. L.; MARTINS, J. L. A vegetação dos afloramentos de calcário. **Oréades**, [s. l.], v. 5, p. 5: 27–29., 1972.
- PEDRALLI, G. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais : florística e fisionomia. **Bios**, [s. l.], v. 5, p. 81–88, 1997.
- PILÓ, L. B. Geomorfologia cárstica (Revisão de Literatura). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2000. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/73>>
- PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, [s. l.], v. 80, n. 4, p. 902, 1993. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2399937?origin=crossref>>
- RATTER, J. A. ; RICHARDS, P. W.; ARGENT, G.; GIFFORD, D. R. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso 1. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo expedition area. **Phil. Trans. R. Soc. London**, [s. l.], n. 266, p. 449–492, 1973.
- ROBERT, J. A.; CROWE, C. W. Carbonate Acidizing Design. In: ECONOMIDES, M. J.; NOLTE, K. G. (Eds.). **In Reservoir Stimulation**. 3. ed. London: West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2000.
- SALAS, R. M.; CABRAL, E. L. *Denscantia calcicola* (Rubiaceae), A New Species from Limestone Outcrops in the Brazilian Caatinga. **Systematic Botany**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 807–810, 2012.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. Províncias cársticas e cavernas no Brasil. **Geologia do Brasil**, [s. l.], n. 1989, p. 629–641, 2012.
- SANTOS, R. M. Dos; VIEIRA, F. de A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y. R. F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 135–144, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622007000100015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000100015&lng=pt&tlng=pt)>
- SILVA, L. Á. Da; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário no Brasil central. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 69–75, 2004. a. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48828109>>
- SILVA, L. Da; SCARIOT, A. Comunidade Arbórea De Uma Floresta Estacional Decídua Sobre Afloramento Calcário Na Bacia Do Rio Paraná Arboreal Community of a Seasonal Deciduous Forest on Limestone Outcrop in São Domingos -Goiás, Parana River Basin, Brazil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 61–67, 2004. b.
- SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. Fern classification. In: RANKER, T. A.; HAUFLER, C. H. (Eds.). **Biology and evolution of ferns and Lycophytes**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. AD. p. 417–467.
- SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns. **TAXON**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 705–731,

2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.2307/25065646>>

SOUZA-SILVA, R. F. De; RAPINI, A. *Allamanda calcicola* (Apocynaceae), an overlooked new species from limestone outcrops in the States of Minas Gerais and Bahia, Brazil. **Kew Bulletin**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 171–174, 2009.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

SPIX, J. B.; MARTIUS, C. F. P. von. **Reise in Brasilien**. München: Gedruckt bei L.J. Lentner, 1828.

TOBY PENNINGTON, R.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 261–273, 2000. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>>

WALTER, H.; LIETH, H. **Klimadiagramm Weltatlas. G. Fischer, Jena**. Gustav Fischer Verlag: Jena, 1960.

WARMING, E. **Lagoa Santa, et Bidrag til den biologiske Plantegeografi**. Copenhagen: Dreyer, 1892.

ZIZKA, A.; SILVESTRO, D.; ANDERMANN, T.; AZEVEDO, J.; DUARTE RITTER, C.; EDLER, D.; FAROOQ, H.; HERDEAN, A.; ARIZA, M.; SCHARN, R.; SVANTESSON, S.; WENGSTRÖM, N.; ZIZKA, V.; ANTONELLI, A. CoordinateCleaner: Standardized cleaning of occurrence records from biological collection databases. **Methods in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 744–751, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.13152>>

### **3 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE ESPÉCIES VEGETAIS ASSOCIADAS AOS AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NEOTROPICAIS**

## RESUMO

A discussão sobre a história biogeográfica de Florestas Tropicais Sazonalmente Secas é norteadada pelas teorias do Arco Pleistocênico e Floresta Sazonalmente Seca Residual do Pleistoceno que, de forma geral, propõem que essas florestas constituíam anteriormente uma formação extensa e contínua durante o último máximo glacial, entre 18 e 12 mil anos antes do presente. Nesse contexto, considerando que diferentes espécies podem não responder de maneira semelhante às mudanças no clima, utilizou-se modelos de distribuição de espécies para vários períodos do passado, para avaliar se houve tendência de alteração na amplitude da distribuição potencial de espécies de florestas secas associadas aos afloramentos calcários, em função das flutuações climáticas e históricas na região neotropical entre os 21 mil anos antes do presente e das condições climáticas atuais. Caso positivo, avaliar se a tendência foi de expansão ou retração, identificar os períodos de maior frequência de pontos de mudança e, por fim, avaliar se houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou retrações de área de distribuição potencial interespecíficos e entre as espécies, com o período de relativa estabilidade da distribuição as florestas secas entre 18 e 12 mil anos antes do presente. Os resultados sugerem que a dinâmica biogeográfica individual das espécies não foi sincronizada com os processos gerais de estabilidade propostos para as florestas secas no período de 18 e 12 mil anos antes do presente, uma vez que três quartos das espécies apresentaram tendência de regressão ou expansão de área de distribuição potencial nesse período. Assim, os resultados corroboram com a hipótese de que espécies diferentes não responderam de maneira semelhante às mudanças no clima, e permitem concluir que não houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou das espécies no período avaliado.

Palavras chave: modelos de distribuição de espécies; condições climáticas atuais; holoceno; pleistoceno; último máximo glacial.

## ABSTRACT

The discussion of the biogeographic history of Seasonally Dry Tropical Forests is guided by the theories of the Pleistocene Arc and Pleistocene Residual Seasonally Dry Forest, which generally proposed that these forests formerly constituted extensive and continuous formation during the last glacial maximum of 18 and 12,000 years before the present. In this context, considering that different species may not respond similarly to climate changes, species distribution models were used for various periods of the past to assess whether there was a tendency to change the amplitude of the potential distribution of dry forest species associated with limestone outcrops as a function of historical climate fluctuations in the neotropical region between the 21,000 years before the present and current climatic conditions. If so, assess whether the trend was for expansion or retraction, identify the most frequent periods of change points and finally evaluate if there was temporal congruence between events of expansion and/or retraction of interspecific potential distribution area and between species with the relative stability period of distribution to dry forests between 18 and 12,000 years before the present. The results suggest that individual species biogeographic dynamics was not synchronized with the general stability processes proposed for dry forests in the 18 and 12,000 years before the present, since three quarters of the species showed a tendency of regression or expansion of potential distribution area during this period. Thus, the results corroborate the hypothesis that different species did not respond similarly to changes in climate and allowed us to conclude that there was no temporal congruence between expansion and/or species events in the evaluated period.

Keywords: species distribution models; current climatic conditions; holocene; pleistocene; last glacial maximum.

## 2.1 Introdução

Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS) constituem as florestas tropicais mais ameaçadas do mundo (Miles et al., 2006), apresentando alta diversidade, nível de endemismo, e rotatividade florística (Banda et al., 2016). A discussão sobre sua história biogeográfica é norteada pelas teorias do Arco Pleistocênico (ARP) (Prado; Gibbs, 1993) e Floresta Sazonalmente Seca Residual do Pleistoceno (RSP) (Pennington et al., 2000, 2006, 2009), que propõem que essas florestas constituíam, anteriormente, uma formação extensa e contínua durante o último máximo glacial (UMG), entre 18 e 12 mil anos antes do presente (A.P.) (Lima et al., 2018).

As diferenças entre as hipóteses Prado; Gibbs (1993) e Pennington et al. (2000, 2006, 2009) são sutis e estão relacionadas principalmente à amplitude de distribuição das FTSS no UMG e ao processo de fragmentação entre UMG e o Holoceno. Para Prado; Gibbs (1993), a conexão das FTSS em um arco de diagonal seca englobou o núcleo da Caatinga e os fragmentos do centro, sudeste e sudoeste do Brasil, o núcleo de *Misiones* e outras áreas disjuntas da América do Sul, para Pennington et al. (2000), durante o UGM, as espécies da FTSS não se resumiram ao Arco Pleistocênico, mas podem ter expandido também sobre grande parte das planícies amazônicas.

Para Prado; Gibbs (1993) a elevação das temperaturas e precipitação durante a transição do UMG e o Holoceno, levou à contração e fragmentação do arco de FTSS em sua atual formação disjunta. Para Pennington et al. (2000, 2006, 2009), a fragmentação histórica e a limitação na dispersão são explicações para os atuais padrões florísticos das FTSS. Recentemente, Neves et al. (2015) demonstraram que as variáveis ambientais relacionadas à temperatura são os fatores mais significativos a afetar a variação na composição de espécies das FTSS no presente e devem ser consideradas para entender sua distribuição passada.

Atualmente, a ampla e fragmentada distribuição das FTSS se estende do México até a Argentina, passando pela costa do Caribe, da Colômbia e Venezuela, litoral do Pacífico Equador, vales interandinos colombianos, vales interandinos bolivianos e peruanos; núcleo de Caatinga, núcleo de Misiones, núcleo da floresta seca de Chiquitano e núcleo do Piemonte (Figura 1). Ao sul da Amazônia, estão dispostas as maiores áreas de FTSS, formando uma “Diagonal Seca” (Prado e Gibbs, 1993) de vegetação lenhosa

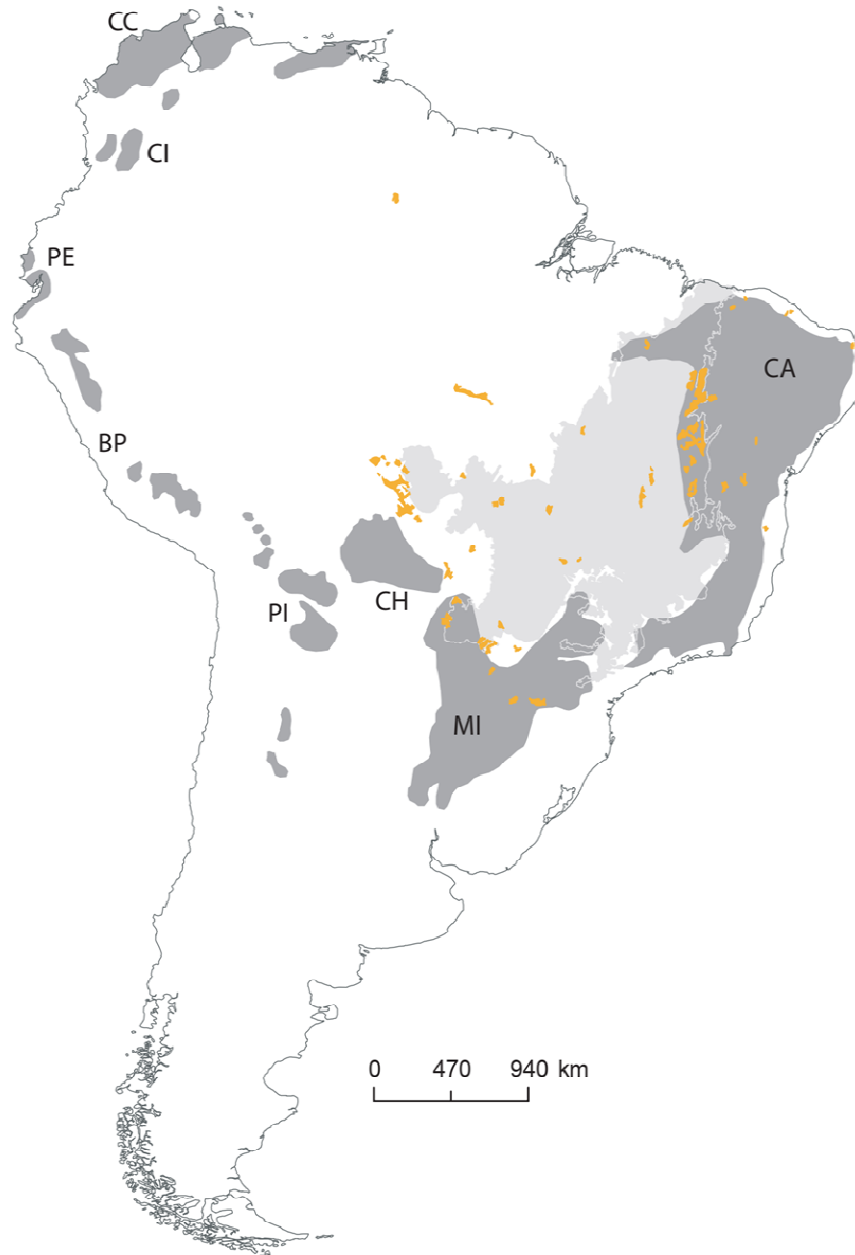
entre a Caatinga no nordeste brasileiro e nas FTSS do Piemonte Andino no sudoeste (Prado e Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000).

Estudos com base em modelos dinâmicos de vegetação global, acoplados a modelos climáticos, sugerem expansão das vegetações tolerantes à seca e à retração das florestas úmidas durante o UMG (Harrison; Prentice 2003; Prentice et al., 2011). Entretanto, trabalhos de reconstrução paleoclimática sugerem que, na América do Sul, a seca durante o UMG não foi generalizada (Oliveira et al., 1999; Behling, 2002; Auler et al., 2004; Whitney et al., 2011). Com abordagem mais específica para plantas de FTSS, estudos baseados em modelos de distribuição de espécies (MDEs), projetados para o passado e futuro, sugerem que diferentes espécies podem não responder de maneira semelhante às mudanças no clima (Collevati et al., 2013a, 2013b), corroborando dados sobre a dinâmica da vegetação recolhidos nos registros fósseis (Colinvaux et al., 2000).

A utilização de modelos de distribuição de espécies, especialmente quando aplicados a estudos paleoecológicos (Lima-Ribeiro; Diniz-Filho, 2012), presume a aceitação de pressupostos relacionados tanto à dinâmica e evolução das espécies (Nogués-Bravo, 2009) quanto ao seu registro fóssil (Varela et al., 2011). Nesse sentido, um pressuposto essencial para a projeção da ocorrência das espécies, sob modelos de nicho em diferentes cenários ambientais, é que o nicho fundamental se comporte como um traço constante nas espécies ao longo do tempo e do espaço (Peterson et al., 1999). Outro pressuposto assumido é que o clima exerça um papel dominante sobre os demais fatores ambientais, em especial sobre as interações bióticas — em particular a competição interespecífica —, sendo, portanto, o fator-chave limitante da distribuição espacial das espécies em grandes escalas espaciais (Pearson; Dawson, 2003).

Nesse contexto, considerando que diferentes espécies podem não responder de maneira semelhante às mudanças no clima (Collevati et al., 2013a, 2013b), utilizou-se MDE para vários períodos do passado para avaliar se houve tendência de alteração na amplitude da distribuição potencial (ADP) de espécies de FTSS associadas aos afloramentos calcários em função das flutuações climáticas históricas na região neotropical entre 21 mil A.P. e condições climáticas atuais (CCA). Caso positivo, avaliar se a tendência foi de expansão ou retração de ADP, identificar os períodos de maior frequência de pontos de mudança de ADP e, por fim, avaliar se houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou retrações de ADP interespecíficos e entre as espécies com o período de relativa estabilidade da distribuição as FTSS entre 18 e 12 mil A.P. (Prado; Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000, 2006, 2009; Lima et al., 2018).

**Figura 1.** Distribuição da floresta sazonalmente seca na América do Sul (modificada Collevati et al., 2013b).



As áreas em cinza escuro representam a floresta sazonalmente seca e as áreas em laranja representam áreas disjuntas da floresta decídua e semidecídua no Brasil (mapeado pelo IBGE, 2012). A área cinza clara representa o cerrado brasileiro.

CA = núcleo de Caatinga, MI = núcleo de Misiones, CH = núcleo da floresta seca de Chiquitano, PI = núcleo do Piemonte, BP = vales interandinos bolivianos e peruanos, PE = litoral do Pacífico Equador, CI = vales interandinos colombianos, CC = costa do Caribe da Colômbia e Venezuela.

## 2.2 Material e métodos

### 2.2.1 Seleção das espécies

Foram selecionadas 20 espécies de FTSS associadas a afloramentos calcários que, potencialmente, se caracterizam como modelos biológicos adequados para serem investigadas neste trabalho (Tabela 1): (1) espécies típicas de afloramentos calcários; (2) que ocorram em múltiplos biomas, i.e., possuem ampla distribuição; (3) representem variadas formas de vida vegetal; e (4) possuam registros de ocorrência disponíveis em quantidade suficiente para permitir bons ajustes de modelagem de distribuição de espécies, i.e., no mínimo 50 registros de ocorrências (Hernandez et al., 2006).

**Tabela 1.** Espécies de FTSS associadas à afloramentos calcários que potencialmente se caracterizam como modelos biológicos adequados para serem investigadas neste trabalho.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Bioma</b>	<b>Hábito</b>	<b>N.Pontos</b>
<i>Adiantum lorentzii</i> Hieron.	Pteridaceae	3, 4	erva	281
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J.Wen	Araliaceae	2, 4	árv	67
<i>Begonia reniformis</i> Dryand.	Begoniaceae	2,3,4	erva	588
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Alstroemeriaceae	1,2,3,4, 5	trep	1151
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A.Berger	Cactaceae	1,2,3,4, 5	arb	519
<i>Cavanillesia umbellata</i> Ruiz & Pav.	Malvaceae	1,2,4	árv	112
<i>Cecropia saxatilis</i> Snethl.	Urticaceae	2,3	árv	94
<i>Ceiba pubiflora</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	Malvaceae	2,3,4	árv	186
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Cactaceae	2,3	árb	314
<i>Ficus calyptroceras</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	2,3,4,5	árv	244
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	Phyllanthaceae	1,3,4	árv	865
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phytolaccaceae	3(?),4	árv	563
<i>Sinningia warmingii</i> (Hiern) Chautems	Gesneriaceae	3,4	erva	125
<i>Solanum gardneri</i> Sendtn.	Solanaceae	2,4	arb	294
<i>Solanum oocarpum</i> Sendtn.	Solanaceae	3,4	árb	84
<i>Spathicarpa gardneri</i> Schott	Araceae	1,2,3	erva	96
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Meliaceae	1,2,3,4	árv	1559
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Meliaceae	1,2,3,4	árv	2366
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urticaceae	1,2,3,4	arb	2468
<i>Vasconcellea quercifolia</i> A.St.-Hil.	Caricaceae	2,3,4,6	arb	177

Biomas: 1 = Amazônia, 2 = Caatinga, 3 = Cerrado, 4 = Mata Atlântica, 5 = Pantanal e 6 = Pampas; Hábito: arv = árvore, arb = arbusto e trep = trepadeira.

### 2.2.2 Obtenção, padronização e limpeza dos registros de ocorrência das espécies

Os registros das espécies foram obtidos, padronizados, limpos e verificados. O conjunto de dados foi criado a partir de bancos de dados digitais e resultados da pesquisa de composição florística dessa tese de doutorado. Pesquisas direcionadas aos nomes científicos e respectivos sinônimos, de acordo com a Flora do Brasil 2020, foram realizadas em bancos de dados digitais, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), Rede speciesLink, C.V. Herbário Virtual de Starr (*New York Botanical Garden*, NYBG), Herbário Virtual REFLORA e *Tropicos Specimen Data* (MO). As buscas foram realizadas utilizando consulta manual e automatizadas pelos pacotes *rgbif* (Chamberlain, 2019) na linguagem R (R Core Team, 2019).

Para unificar as informações de diferentes bancos de dados, adotou-se os termos recomendados pelos padrões do Darwin Core (Darwin Core Terms, 2017) para os campos de atributo dos registros de ocorrências de amostras. Para cada registro, utilizou-se o sobrenome do colecionador principal (recordsBy) e, em seguida, combinou-se com o número do coletor (recordNumber) e o ano da coleção (ano). Com essa chave tripla (lastNameRecordedBy + recordNumber + year), tentou-se identificar duplicatas entre os registros. Os registros duplicados, que não correspondem aos dados, como estado (província), município, ano e nome científico, foram removidos do conjunto de dados. Para finalizar a limpeza dos registros de ocorrência das espécies, utilizou-se a função `clean_coordinates` do pacote *CoordinateCleaner* (Zizka et al., 2019). O conjunto de dados final, usado para a modelagem, continha 6.244 registros (Tabela 2).

**Tabela 2.** Etapas de limpeza e resultados do conjunto de dados (usando o pacote *CoordinateCleaner*).

Teste	Número de Registros	
	Problemáticos	não Problemáticos
1. Validade da coordenada	0	12278
2. Coordenadas zero-zero	0	12278
3. Raio em torno das coordenadas da capital 10 km	37	12241
4. Raio em torno de centróides do país e província 1 km	0	12278
5. As coordenadas caem em área urbana ou não	232	12046
6. As coordenadas caem no oceano ou não	196	12082
7. Raio em torno das instituições da biodiversidade 100 m	12	12266
8. Verifica coordenadas idênticas dentro de uma espécie	5771	6507
<b>Resumo de todos os testes</b>	<b>6034</b>	<b>6244</b>

Algumas coordenadas não são válidas de acordo com vários testes. Portanto, os números não somam, e as coordenadas inválidas e iguais a zero foram removidas antes da limpeza.

### 2.2.3 Obtenção e tratamentos dos dados climáticos

Dados sobre o paleoclima (21 mil anos atrás) e as condições climáticas atuais foram adquiridos do ecoClimate<sup>5</sup> (Lima-Ribeiro et al., 2015). Utilizou-se oito Modelos de Circulação Geral Atmosfera-Oceano (AOGCMs): CCSM, CNRM, FGOALS, GISS, IPSL, MIROC, MPI e MRI. O ecoClimate foi escolhido porque é consistente com esses dados diversos, mas retém informações sobre incertezas entre as previsões do modelo (Lima-Ribeiro et al., 2015).

Utilizou-se a pilha bentônica  $\delta^{18}\text{O}$  e os métodos propostos por Lisiecki e Raymo (2005) para interpolar dados climáticos e reconstruir as 19 variáveis bioclimáticas a cada mil anos, partindo das condições atuais até o 21 mil A.P. A pilha bentônica global  $\delta\text{O}$  contém dados de 57 sites distribuídos globalmente e possui um erro médio de apenas 0,06%. O  $\delta^{18}\text{O}$  bentônico global e o método interpolado fornecem à comunidade paleoclimática duas ferramentas estratigráficas que podem ser aplicadas a uma ampla variedade de estudos paleoclimáticos (Lisiecki; Raymo, 2005).

Considerando que a pressão de  $\delta\text{O}$  está relacionada ao clima ao longo do tempo, conhecendo os valores de pressão  $\delta\text{O}$  em três períodos (por exemplo, momento atual, 21 mil anos atrás e período desejado) e os valores das variáveis climáticas em dois desses períodos (por exemplo, presente e 21 mil anos), é possível calcular o clima para um período desejado por meio da seguinte equação:

$$v_x = v_0 - \frac{(v_0 - v_1) * (\delta_0 - \delta_x)}{\delta_0 - \delta_1}$$

Onde:  $v_x$  = variável climática no tempo  $x$  ( $n = 1:120$ );  $v_0$  = variável climática no tempo atual;  $v_1$  = variável climática no tempo de 21 mil anos atrás;  $\delta_0$  = bëntico  $\delta\text{O}$  no tempo atual;  $\delta_1$  =  $\delta\text{O}$  bentônico no tempo de 21 mil anos atrás;  $\delta_x$  = bëntico  $\delta\text{O}$  no tempo  $x$ .

### 1.3.4 Seleção das variáveis

Para a criação dos modelos, foram selecionadas as variáveis bioclimáticas não correlacionadas ( $r < 0.6$ ), utilizando a correlação de Pearson, considerando as variáveis do presente e para todos os AOGCMs separadamente, descritos no item anterior (Figura S1 do Anexo B). Dentre as 19 variáveis bioclimáticas, apenas essas variáveis não estiveram correlacionadas dentro de todos os AOGCMs e foram selecionadas segundo critérios que levassem em consideração os efeitos do clima e da biologia do grupo: BIO3 = Isotérmica (BIO2 / BIO7) (\* 100); BIO8 = temperatura média do quarto mais úmido; BIO18 = Precipitação do trimestre mais quente; e BIO19 = Precipitação do trimestre mais

<sup>5</sup> ecoClimate. Disponível em: <<http://www.ecoclimate.org>>.

frio. Os resultados da correlação podem ser conferidos na Figura Sx do Apêndice, que lista a frequência com que cada variável teve correlação menor que  $r < 0.6$  dentro de todos os oito AOGCMs.

#### 2.2.4 Modelagem

A inferência do nicho de uma espécie pode ser feita por diferentes tipos de algoritmos matemáticos, que podem ser classificados em três grupos: (i) somente presença, (ii) presença e ausência, e (iii) presença e background (Franklin, 2009; Peterson et al., 2011; Guisan; Thuiller; Zimmermann, 2017). Os resultados dessas estimativas do nicho das espécies tendem a inferir a sua distribuição potencial de formas distintas devido a seus diferentes formatos de cálculos (Araújo; New, 2007; Diniz-Filho et al., 2009; Qiao et al., 2015). Sendo assim, a combinação (*ensemble*) dos resultados dessas predições tendem a aumentar as possibilidades de melhorar a predição, justamente por considerarem essas incertezas na distribuição potencial das espécies (Araújo; New, 2007; Diniz-Filho et al., 2009; Qiao et al., 2015; Guisan; Thuiller; Zimmermann, 2017). Os MDEs foram ajustados utilizando cinco algoritmos pertencentes aos três grupos mencionados anteriormente: somente presença – Bioclim (Booth et al., 2014) e Domain – Gower Distance (Carpenter et al., 1993), presença e ausência – Random Forest (Breiman, 2001); e presença e plano de fundo – Maximum Entropy (MaxEnt v3.4.1; Phillips et al., 2017) e Support Vector Machine (SVM; Guo; Kelly; Grahm, 2005).

Para avaliar os MDEs, utilizamos os dados de presença e de pseudoausência (amostrados aleatoriamente em todo o limite modelado e com o mesmo número dos dados de ocorrência para cada espécie). Esses dados foram particionados em 70% para treino e 30% para teste. Essa partição foi realizada de modo aleatório (amostragem com reposição – 2 k-fold) para cada algoritmo e para cada espécie, sendo realizada 10 vezes, totalizando 400 modelos (5 algoritmos × 10 réplicas × 8 AOGCMs) ajustados para cada espécie. Cada réplica foi então utilizada para projetar para 22 períodos, uma no presente e a cada mil anos atrás, das condições climáticas atuais ao último máximo glacial (21 mil A.P.), totalizando 8.800 modelos para cada espécie. Os dados de teste (ocorrência e pseudoausência) foram utilizados para calcular a área sob a curva (*Area Under the Curve* – AUC), a partir de uma curva de característica de operação do receptor (*Receiver Operating Characteristic* – ROC). O cálculo da AUC considera a proporção de previsões (30% das presenças e pseudoausências) corretas e incorretas em relação a vários limiares de adequabilidade. Para a interpretação da qualidade do modelo gerado, os

valores de AUC são geralmente classificados em: (1) previsões não melhores que aleatórias (< 0,5), (2) previsões pobres (de 0,5 a 0,7), (3) previsões razoáveis (de 0,7 a 0,9) e (4) previsões muito boas (> 0,9) (Elith et al., 2006; Peterson et al., 2011).

Após obter os modelos, utilizou-se a técnica de *ensemble* (Araújo e New, 2007) por média ponderada (Thuiller, 2003), utilizando apenas os modelos de cada réplica e de cada algoritmo com valores de AUC acima de 0,75. Esse valor de AUC foi adotado, uma vez que modelos com valores acima desse limiar são considerados com ótima previsão (Elith et al., 2006; Peterson et al., 2011). O *ensemble* por média ponderada foi calculado para cada pixel: (i) primeiramente, organizou-se os valores de adequabilidade numa matriz, onde as linhas eram os pixels, as colunas eram os modelos e os elementos dessa matriz consistiu nos valores de adequabilidade; (ii) em seguida, os valores de adequabilidade de todos os modelos foram padronizados, utilizando a função “decostand”, e o método “range” do pacote *vegan* (Oksanen et al., 2019) na linguagem R (R Core Team, 2019), dentro de cada algoritmo e cada GCM, mas combinando os valores de adequabilidade para os cenários e períodos projetados, para possibilitar a comparação dos modelos; (iii) depois, calculou-se a média ponderada ( $\sum p_i * AUC_i / \sum AUC_i$ ) para cada linha, onde  $p_i$  foram os valores de adequabilidade padronizados de cada pixel e  $AUC_i$  os valores de AUC de cada modelo, repintados para cada período e cenários projetados; e (iv) por fim, utilizou-se o último valor de cada pixel (média ponderada) para preencher os mapas finais de adequabilidade de cada espécie. Como último passo, encontrou-se os valores de LPT (*Lower Presence Threshold*), que consiste no menor valor de adequabilidade para os pontos de ocorrência de cada espécie (Pearson et al., 2007) para binarizar os modelos e considerar pixels maiores que esse valor como de presença (1) e menores como ausência (0) potenciais para cada espécie.

Todos os modelos foram gerados no formato GeoTiff, com sistema de coordenadas geográficas (“lat/lon”), Datum WGS-84 e resolução espacial de 0.5 graus (~55 km), utilizando a linguagem R (R Core Team, 2019) através das funções “bioclim”, “domain” e “maxent” do pacote *dismo* (Hijmans et al., 2017), “randomForest” do pacote *randomForest* (Liaw; Wiener, 2002) e “svm” do pacote *e1071* (Meyer et al., 2019), além da utilização dos pacotes *sf* (Pebesma, 2018), *raster* (Hijmans et al., 2018), *rgdal* (Bivand; Keitt; Rowlingson, 2019) e *tidyverse* (Wickham, 2017) para manejar os dados e realizar os *ensembles*. Todos os mapas e figuras foram gerados utilizando o pacote *ggplot2* (Wickham, 2016).

Devido às diferentes amplitudes de distribuição geográfica das espécies selecionadas e para permitir a comparação entre os modelos, selecionou-se a região Neotropical, compreendida entre o México Central até o sul do Brasil, incluindo a América

Central, as ilhas do Caribe e quase toda a América do Sul (Murphy; Lugo, 1986; Antonelli; Sanmartin, 2011) como limite geográfico para todas as espécies.

### 2.2.5 Análise dos dados

A partir dos mapas de consenso, calculou-se ADP (área em km<sup>2</sup>) por espécie e por período, gerando uma série temporal de 22 valores para cada espécie. Identificou-se o período de maior e menor ADP para cada espécie. Calculou-se a média e desvio padrão (SD) de cada série temporal.

Utilizou-se a metodologia Box e Jenkins (1976) para categorizar e analisar cada série temporal por meio do modelo autorregressivo integrado de médias móveis (“*autoregressive integrated moving average*” – ARIMA). Utilizou-se a função “auto.arima” do pacote forecast (Hyndman e Khandakar, 2008) para gerar o melhor modelo ARIMA para cada série temporal, selecionado a partir dos menores valores de AIC e BIC. Os modelos ARIMA são modelos univariados por envolverem apenas uma série de tempo — no caso deste estudo, valores de ADP em km<sup>2</sup>. Esses modelos resultam da combinação de três componentes também denominados “filtros”: o componente autorregressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA). Uma série de tempo pode conter os três filtros ou apenas um subconjunto deles. Modelos ARIMA não sazonais são geralmente denotados como ARIMA (p, d, q), em que os parâmetros p, d e q são números inteiros não negativos, p é a ordem (número de defasagens) do modelo autorregressivo, d é o grau de diferenciação (o número de vezes em que os dados tiveram valores passados subtraídos) e q é a ordem do modelo de média móvel. A determinação das ordens p e q pode ser realizada por meio de uma análise do perfil dos gráficos das funções de autocorrelação (“*autocorrelation function*” – ACF) e de autocorrelação parcial (“*partial autocorrelation function*” – PACF). A construção do modelo consiste em ajustar modelos ARIMA a um conjunto de dados por meio de um ciclo iterativo, no qual a escolha do modelo é baseada nos próprios dados. O procedimento de identificação, com base na análise de autocorrelações e autocorrelações parciais para determinar os valores de p, d e q do modelo ARIMA (p, d, q), envolve: verificar se precisa de transformação não linear e, eventualmente, tomar diferenças para deixar a série estacionária (valor d) e encontrar o ARIMA (valores p e q).

A partir da seleção do modelo mais adequado para cada série temporal, utilizou-se a função “accuracy” do forecast (Hyndman; Khandakar, 2008) para obter os valores de média percentual absoluta do erro (“*mean absolute percentage error*” – MAPE) e do erro médio absoluto escalado (“*mean absolute scaled error*” – MASE) dos modelos

selecionados. MAPE expressa a acurácia do erro em percentagem: quanto menor o MAPE, melhor o ajuste para o modelo. Por exemplo, se temos um MAPE de 5%, quer dizer que o nosso ajuste está errado em 5% dos dados. Quando MASE < 1, o método proposto apresenta, em média, erros menores do que os erros de uma etapa do método ingênuo, um passo à frente. Por se tratar de um erro percentual, valores de MASE são usados para comparar o desempenho da previsão entre diferentes conjuntos de dados por serem independentes da escala. Para realizar o diagnóstico dos resíduos dos modelos ARIMA, utilizou-se a função “checkresiduals” do pacote forecast (Hyndman; Khandakar, 2008) para produzir os gráficos: dos resíduos do modelo ARIMA, gráfico da função de autocorrelação dos resíduos (ACF) e da função de autocorrelação parcial (PACF) dos dois resíduos do modelo ARIMA.

Utilizou-se o teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) para avaliar estatisticamente se existe uma tendência ascendente ou descendente monotônica da variável de interesse ADP (km<sup>2</sup>) ao longo do tempo. O teste de Mann-Kendall é um método sequencial e não paramétrico, utilizado para determinar se uma série de dados possui uma tendência temporal de alteração estatisticamente significativa ( $p \leq 0.05$ ). Por tratar-se de um método não paramétrico, ele não requer distribuição normal dos dados. Outra vantagem desse método é o fato de ser pouco influenciado por mudanças abruptas ou séries não homogêneas. O teste de Mann-Kendall confirma a existência de uma tendência positiva ou negativa para um determinado nível de confiança ( $p \leq 0.05$ ). A hipótese nula é que os dados provêm de uma população com realizações independentes e são distribuídos de forma idêntica. Para o teste bilateral, a hipótese alternativa é que os dados sigam uma tendência monotônica. A hipótese nula de ausência de tendência ( $H_0$ ) é rejeitada sempre que  $Z > Z_{\alpha/2}$ , em que  $\alpha$  é o nível de significância adotado e  $Z_{\alpha/2}$  é o valor crítico de Z a partir da tabela-padrão normal. Para o nível de significância de 5%, o valor de  $Z_{\alpha/2}$  é 1.96, portanto, será considerado que a série possui tendência significativa ao nível de 5%, caso o valor absoluto seja de  $Z > 1,96$ . Os valores positivos de Z indicam tendências crescentes enquanto os valores negativos indicam tendências decrescentes. Se a probabilidade calculada for menor que o nível de significância, não há tendência. Utilizou-se a função “mk.test” do pacote trend (Pohlert, 2018) para obter valores de p-value teste bilateral e valor de Z do teste de Mann-Kendall.

Utilizou-se a função “pettitt.test” do pacote trend (Pohlert, 2018) para realizar um teste não paramétrico para identificar pontos de mudança significativa ( $p \leq 0.05$ ) na tendência central de uma série temporal (Pettitt, 1979).

## 2.3 Resultados

Os valores médios e seus respectivos desvios-padrão dos valores de AUC dos modelos gerados por espécie e por algoritmo, mas compilados por AOGCM, são apresentadas na Tabela S1 do Anexo B. De modo geral, os modelos apresentaram valores relativamente altos de AUC, geralmente acima de 0,7, com algumas exceções, demonstrando previsões confiáveis estatisticamente. Os padrões de distribuição dos modelos do presente coincidiram de forma bastante aceitável com as ocorrências. Entretanto, para 13 espécies (*Adiantum lorentzii*, *Aralia warmingiana*, *Begonia reniformis*, *Brasiliopuntia brasiliensis*, *Cavanillesia umbellata*, *Cecropia saxatilis*, *Ceiba pubiflora*, *Cereus jamacaru*, *Ficus calyptroceras*, *Sinningia warmingii*, *Trichilia catigua*, *Trichilia elegans* e *Vasconcellea quercifolia*) ocorreram erros de comissão, principalmente na América Central e nos Andes. Erros de comissão são esperados quando se usa um limite para modelagem maior que o limite de distribuição da espécie, uma vez que, em termos estatísticos, o resultado da modelagem indica se um local é satisfatório para a espécie, não exatamente se ele está sendo ocupado (Giannini et al., 2012). Para efeitos práticos, não ofereceram grandes problemas para a análise dos modelos, pois ocorreram em espécies que apresentaram diferentes respostas de alteração de ADF, não enviesando os resultados. Já os modelos preditos para o passado tiveram diversos padrões de resposta em relação aos modelos do presente, cujos resultados são explorados nos resultados seguintes.

Entre as 20 séries temporais, o maior valor de ADP foi calculado para *Bomarea edulis*, com 16.508.479,9 km<sup>2</sup> a 18 mil A.P. No mesmo período, calculou-se, para *Spathicarpa gardneri*, o menor valor de ADP com 8891.6 km<sup>2</sup>. Para *Brasiliopuntia brasiliensis*, calculou-se os valores de ADP mais uniformes ao longo do tempo, com desvio-padrão de 131.936,8 km<sup>2</sup>. Para *Phyllanthus acuminatus*, calculou-se a maior dispersão nos valores de ADGP entre as séries temporais analisadas, com 2.666.321,5 km<sup>2</sup> (Tabela S2 do Anexo B). Nas figuras suplementares, encontram-se os gráficos representativos da série temporal obtida para cada espécie (Figuras S2-A, S3-A, S4-A, S5-A, S6-A, S7-A, S8-A, S9-A, S10-A, S11-A, S12-A, S13-A, S14-A, S15-A, S16-A, S17-A, S18-A, S19-A, S20-A e S21-A), a análise do perfil dos gráficos das funções de autocorrelação (Figuras S2-C, S3-C, S4-C, S5-C, S6-C, S7-C, S8-C, S9-C, S10-C, S11-C, S12-C, S13-C, S14-C, S15-C, S16-C, S17-C, S18-C, S19-C, S20-C e S21-C) e autocorrelação parcial (Figuras S2-D, S3-D, S4-D, S5-D, S6-D, S7-D, S8-D, S9-D, S10-D, S11-D, S12-D, S13-D, S14-D, S15-D, S16-D, S17-D, S18-D, S19-D, S20-D e S21-D) dos valores de ADA de cada série temporal permite verificar as ordens p e q selecionadas

para cada modelo ARIMA (p, d, q). Para cada série temporal, o melhor modelo ARIMA foi selecionado a partir dos menores AIC e BIC (Tabela 3).

**Tabela 3** - Valores máximos e mínimos de ADP e respectivos PER (x 1.000 ap), média e SD.

Espécie	ADP						ARIMA				
	Per	Menor	Per	Maior	Média	SD	Tipo Modelo	AIC	BIC	MAPE	MASE
<i>Adiantum lorentzii</i>	2	5049900.5	16	7596206.7	6249977.6	1031080	(2,1,0)	569	572.1	1.9	0.75
<i>Aralia warmingiana</i>	18	1180231.2	12	3116244.9	2424681.3	741587.3	(1,1,0)	560.6	562.7	4.84	0.74
<i>Begonia reniformis</i>	2	4607427.5	13	7992665.9	6019692.2	1173938	(0,1,0)	609.9	610.9	4.74	0.96
<i>Bomarea edulis</i>	2	13452021	18	16508480	15025224	1261430	(0,1,0) with drift	580.8	582.9	1.1	0.92
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	18	3495171.7	13	3938319.8	3758845.3	131936.8	(0,1,0)	521.4	522.5	1.14	0.96
<i>Cavanillesia umbellata</i>	2	2703324.1	14	4735288.9	3565527.9	702764.1	(0,1,2)	575	578.2	3.13	0.73
<i>Cecropia saxatilis</i>	18	1173911.6	11	4290611.3	3368298.3	1221392	(3,1,0)	569.8	574	4.42	0.55
<i>Ceiba pubiflora</i>	18	5790042.4	12	6893214.8	6468243.3	301900.2	(0,1,0)	561.5	562.6	1.51	0.96
<i>Cereus jamacaru</i>	18	132722.5	12	2771670.2	1793465.9	1089732	(0,1,2)	575.7	578.9	11.6	0.79
<i>Ficus calyptroceras</i>	15	6020827.7	2	6563448.6	6320925.2	166326.6	(1,1,0)	543.4	545.5	1.07	0.93
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	2	7884335.4	21	14036826	10725702	2666322	(0,1,2)	610	613.1	2.47	0.74
<i>Phytolacca dioica</i>	2	7201104.9	17	10686775	8550689.6	1469429	(1,1,0)	583.5	585.6	1.76	0.77
<i>Sinningia warmingii</i>	2	6509861	17	8858702.2	7585017.1	987393.7	(0,1,2)	567.1	570.3	1.41	0.72
<i>Solanum gardneri</i>	18	1476045.2	15	2413092.6	1891541.8	240059.9	(2,0,0) with non-zero mean	589.2	593.6	5.5	0.95
<i>Solanum oocarpum</i>	18	159987.1	11	2405049.8	1501414.3	885544.3	(1,1,0)	564.1	566.2	11.5	0.73
<i>Spathicarpa gardneri</i>	18	8891.6	11	2173853	1355162.1	938648.7	(1,1,0)	562.8	564.9	42.25	0.76
<i>Trichilia catigua</i>	18	8324620.7	2	9504634	9042036.4	436558.8	(2,1,0)	535.2	538.3	0.63	0.76
<i>Trichilia elegans</i>	5	10419916	18	15010547	12157035	1932238	(3,1,0)	571.9	576.1	1.02	0.49
<i>Urera baccifera</i>	2	10408649	16	15477435	12757235	2264698	(0,1,2)	603.5	606.6	1.71	0.77
<i>Vasconcellea quercifolia</i>	2	6928948.7	16	8606367.2	7674812.5	623700.5	(0,1,0) with drift	563.7	565.8	1.33	0.86

ADP = amplitude da distribuição potencial, PER = período, SD = desvio-padrão. Modelos ARIMA selecionados para a série temporal de cada espécie e respectivos valores de AIC = critério de Akaike (*Akaike information criteria*), BIC = critério de informação bayesiano (*bayesian information criterion*), MAPE = média percentual absoluta do erro (*mean absolute percentage erro*) e MASE = erro médio absoluto escalado (*mean absolute scaled error*). Em negrito, p-value significativos.

De um modo geral, os modelos ARIMA estavam bem ajustados. Isso pode ser verificado através dos gráficos de análise de probabilidade normal dos resíduos (Figuras S2-F, S3-F, S4-F, S5-F, S6-F, S7-F, S8-F, S9-F, S10-F, S11-F, S12-F, S13-F, S14-F, S15-F, S16-F, S17-F, S18-F, S19-F, S20-F e S21-F), nos quais observa-se a distribuição normal para os resíduos de todos os modelos, e nos gráficos de autocorrelação dos resíduos, nos quais observa-se todos os resíduos dentro do nível de significância de 95% (Figuras S2-E, S3-E, S4-E, S5-E, S6-E, S7-E, S8-E, S9-E, S10-E, S11-E, S12-E, S13-E, S14-E, S15-E, S16-E, S17-E, S18-E, S19-E, S20-E e S21-E). Os valores de MASE obtidos para os modelos ARIMA confirmam a análise gráfica, variando de 0,49 para *Trichilia elegans* e 0,96 para *Begonia reniformis*, *Brasiliopuntia brasiliensis* e *Ceiba pubiflora* (Tabela 4). Para  $MASE < 1$ , o método proposto dá, em média, erros menores do que os erros de uma etapa do método ingênuo, um passo à frente (Hyndman, 2006). Os valores de MAPE variaram entre 0,63% para *Trichilia catigua* e 42,25% para *Spathicarpa gardneri*, sendo inferiores a 5% de erro para 80% séries temporais (Tabela 4). Os resultados dos modelos ARIMA permitiram descrever e validar, estatisticamente, as séries temporais avaliadas.

#### Tabela 4 -

Teste de tendência Mann-Kendall e respectivos p-value, p-value teste bilateral, valor de Z e Tendência ascendente (t+) ou descendente (t-) de ADP.

Espécie	Mann-Kendall trend test			Per.	CPD
	p(two-sided)	Z	Tend.		
<i>Adiantum lorentzii</i>	<b>2.74E-08</b>	-5.5572	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Aralia warmingiana</i>	0.076	1.7772		14	<b>0.0023</b>
<i>Begonia reniformis</i>	<b>4.31E-05</b>	-4.0903	t-	11	<b>0.0007</b>

<i>Bomarea edulis</i>	<b>4.36E-09</b>	-5.8698	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	0.592	0.536		15	<b>0.0125</b>
<i>Cavanillesia umbellata</i>	<b>1.41E-06</b>	-4.8238	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Cecropia saxatilis</i>	<b>0.003</b>	2.962	t+	12	<b>0.0009</b>
<i>Ceiba pubiflora</i>	0.15	1.4387		15	<b>0.0066</b>
<i>Cereus jamacaru</i>	0.085	1.7208		14	<b>0.0023</b>
<i>Ficus calyptroceras</i>	<b>4.26E-06</b>	4.5981	t+	12	<b>0.0009</b>
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	<b>5.24E-09</b>	-5.8393	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Phytolacca dioica</i>	<b>1.03E-08</b>	-5.7265	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Sinningia warmingii</i>	<b>2.74E-08</b>	-5.5572	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Solanum gardneri</i>	0.096	-1.6643		18	0.2199
<i>Solanum oocarpum</i>	<b>0.009</b>	2.6235	t+	13	<b>0.0012</b>
<i>Spathicarpa gardneri</i>	<b>0.005</b>	2.822	t+	12	<b>0.0009</b>
<i>Trichilia catigua</i>	<b>1.33E-07</b>	5.2751	t+	11	<b>0.0007</b>
<i>Trichilia elegans</i>	<b>1.98E-08</b>	-5.6136	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Ureia baccifera</i>	<b>5.20E-08</b>	-5.4444	t-	11	<b>0.0007</b>
<i>Vasconcellea quercifolia</i>	<b>1.33E-07</b>	-5.2751	t-	11	<b>0.0007</b>

Ponto de mudança na tendência central na série temporal das espécies e respectivo p-value, PER=período (x 1.000 ap). Em negrito, p-value significativos.

Os resultados do teste de tendência de Mann-Kendall sugerem que 75% (15 espécies) das séries temporais das espécies associadas aos afloramentos calcários analisadas apresentaram tendência de alteração ADP em função das flutuações climáticas históricas na região neotropical entre último máximo glacial (LGM) e condições climáticas atuais. Metade (10 espécies) das séries temporais apresentou tendência de retração de ADP, um quarto (5 espécies) apresentou tendência de expansão e um quarto (5 espécies) não apresentou tendência de alteração de ADP ao longo do tempo (Tabelas 4 e 5).

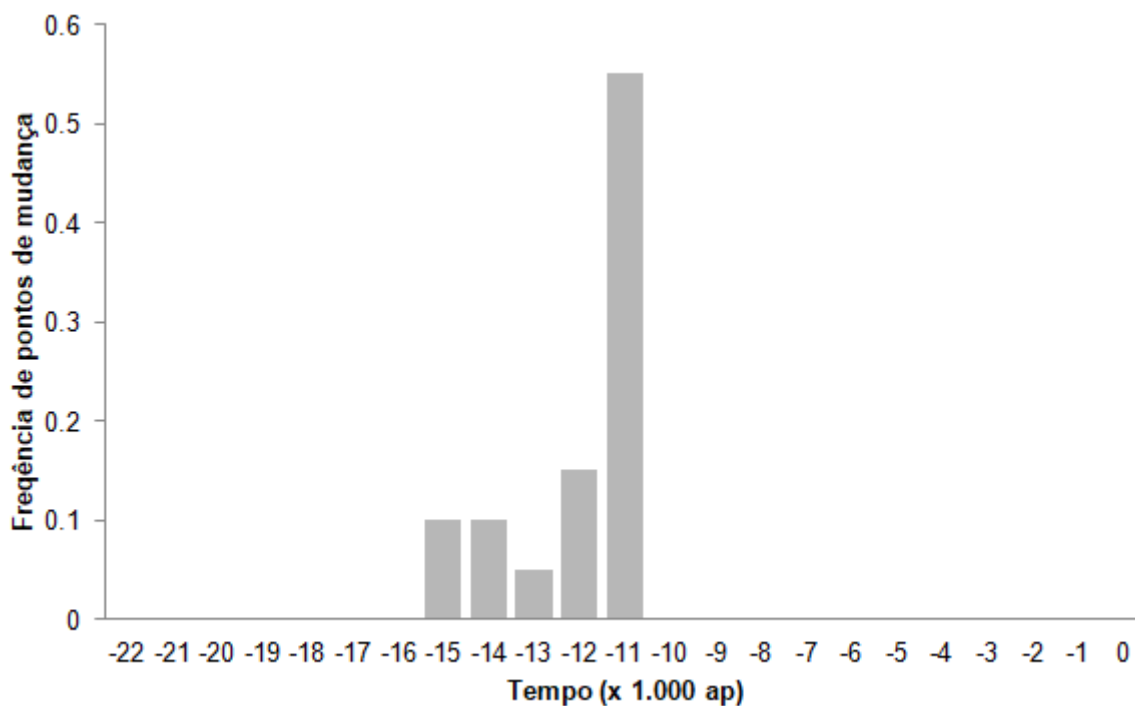
**Tabela 5.** Percentuais de séries temporais com tendência ascendente (expansão), descendente (regressão) e sem tendência de alteração de ADP das espécies estudadas ao longo do tempo e períodos de ocorrência.

Tendência		Período	
Com	Regressão	50%	~18.000 anos A.P. - ~11.000 anos A.P.
Tendência	75% Expansão	25%	~18.000 anos A.P. - ~12.000 anos A.P.
Sem			
Tendência	25%		

Os resultados do teste de Pettitt (1979) sugerem que o período de maior frequência de pontos de mudança na tendência central da série temporal foi em 11 mil A.P. com mais da metade (11 espécies) do total de espécies, seguido

por 12 mil A.P. (3 espécies), 15 e 14 mil A.P. (2 espécies cada) e *Solanum oocarpum* em 13 mil A.P. Somente *Solanum gardneri* não apresentou significância ( $p \leq 0.05$ ) para pontos de mudança na tendência central na série temporal representando 5% do total de espécies (Figura 2, Tabela 3).

**Figura 2.** Frequência de ponto de mudança significativa na tendência central da série temporal com valores de APD.



## 2.4 Discussão

Os resultados sugerem tendência significativa de alteração da ADP das espécies de plantas de FTSS em função das flutuações climáticas históricas na região Neotropical entre 21 mil A.P. e CCA corroborando com a visão geral de alteração (expansões e retrações) nesse período (Prado e Gibbs, 1993; Oliveira et al., 1999; Pennington et al., 2000; Collevatti et al., 2013a, 2013b). Contudo, entre o período de 18 e 11 mil A.P., metade das espécies apresentou tendência de regressão de ADP e um quarto apresentou tendência de expansão, sugerindo que a dinâmica biogeográfica individual das espécies não foi sincronizada com os processos gerais de estabilidade propostos para FTSSs no período de 18 e 12 mil A.P. (Prado e Gibbs, 1993; Pennington et al., 2000). Isso sugere que espécies diferentes não responderam de maneira semelhante às mudanças no clima, um achado que corrobora os dados sobre a dinâmica da vegetação recolhidos nos registros fósseis (Colinvaux et al., 2000) e MDEs de espécies vegetais lenhosas relacionadas à FTSSs (Collevatti et al., 2013a, 2013b).

O início do Holoceno (~11 mil A.P.) marcou os pontos de mudança na tendência de retração de ADP, iniciado em ~16 mil A.P., para uma relativa estabilidade que foi mantida até as condições climáticas atuais. Para *Bomarea edulis* (Figuras S5-G, S5-H e S5-I), é provável que a área disjunta remanescente entre Argentina, Bolívia e Peru no presente seja um erro de comissão, previsão do modelo em áreas sem ocorrências. Para *Phyllanthus acuminatus* (Figuras S12-G, S12-H e S12-I), *Trichilia elegans* (Figuras S19-G, S19-H e S19-I) e *Urera baccifera* (Figuras S20-G, S20-H e S20-I), a redução de ADP ocorreu na Amazônia central. Para *Adiantum lorentzii* (Figuras S2-G, S2-H e S2-I), *Phytolacca dioica* (Figuras S13-G, S13-H e S13-I), *Sinningia warmingii* (Figuras S14-G, S14-H e S14-I) e *Vasconcellea quercifolia* (Figuras S21-G, S21-H e S21-I), a redução de ADP ocorreu na borda sudoeste da Amazônia e norte do Cerrado. Para *Cavanillesia umbellata* (Figuras S7-G, S7-H e S7-I), houve redução da ADP na Bolívia e Paraguai com fragmentação da ADA em porções leste e oeste. O período de redução de ADP dessas espécies não corrobora com as hipóteses ARP (Prado; Gibbs, 1993) e RSP (Pennington et al., 2000) que sugerem estabilidade na distribuição das FTSSs entre 18 e 12

mil A.P. Entretanto, os modelos preditos para *Bomarea edulis*, *Trichilia elegans* e *Urera baccifera*, em 21 mil anos A.P., sugerem que essas espécies ocuparam vasta área na Amazônia, corroborando a hipótese RSP (Pennington et al., 2000) que, durante o UMG, algumas espécies não se resumiram ao Arco Pleistocênico e ocuparam grande parte da Amazônica, o que também foi demonstrado por Collevatti et al. (2013a, 2013b).

Durante período com maior incidência de Wür-Wisconsi, entre 18 e 13 mil anos A.P. (Ab'Sáber, 1979), quando as fitofisionomias tropicais foram drasticamente reduzidas, ocorreram todos os processos significativos de expansão de ADA entre as espécies avaliadas (25%). *Cecropia saxatilis* (Figuras S8-G, S8-H e S8-I), *Ficus calyptroceras* (Figuras S11-G, S11-H e S11-I) e *Spathicarpa gardneri* (Figuras S17-G, S17-H e S17-I) apresentaram rota de expansão pela “Diagonal Seca”. A maior frequência de pontos de mudança na tendência de expansão de ADP para uma relativa estabilidade até as condições climáticas atuais ocorreu na transição do UMG com o Holoceno, ~12.000 A.P. Apesar da expansão de ADP pela “Diagonal Seca”, o período de expansão dessas espécies não corrobora com o período de estabilidade na distribuição das FTSS, não corroborando, portanto, com as hipóteses ARP (Prado e Gibbs, 1993) e RSP (Pennington et al., 2000).

Um quarto das espécies (5) não apresentou tendência significativa de alteração ADP em suas séries temporais entre UMG e CCA. Porém, *Aralia warmingiana* (Figuras S3-G, S3-H e S3-I), *Cereus jamacaru* (Figuras S10-G, S10-H e S10-I) e *Solanum gardneri* (Figuras S15-G, S15-H e S15-I) apresentaram nítido deslocamento pela “Diagonal Seca”, sugerindo que processos de migração podem ter ocorrido em função de alterações climáticas ao longo do tempo, sem necessariamente ocorrer aumento ou diminuição significativa de ADA (Mayle, 2004). Os modelos de 21 mil A.P. sugerem que as populações de *Aralia warmingiana* e *Cereus jamacaru* ocorriam somente na região da tríplice fronteira entre Bolívia, Paraguai e Brasil em 21 mil e, ainda durante o UMG, se espalharam pela “Diagonal Seca” e mantiveram essa distribuição desde 6 mil A.P. Da mesma forma, *Solanum gardneri* apresentava ADP fragmentada ao longo da “Diagonal seca” em 21 mil A.P e antes de 6 mil A.P. migrou para o nordeste brasileiro, constituindo distribuição contínua.

Collevatti et al. (2013b) sugerem que, devido ao conservadorismo de nicho e às rápidas taxas de mudança climática, as espécies podem rastrear habitats adequados durante um curto período de tempo em vez de evoluir e se adaptar a novas condições ambientais.

Para ecossistemas Amazônicos, Mayle et al. (2004) sugerem que as comunidades vegetais, que existiram durante o início do Holoceno Médio, podem fornecer informações sobre os tipos de resposta da vegetação esperados dos aumentos similares de temperatura e aridez previstos para o século XXI. Nossos resultados sugerem que, no caso de espécies de FTSS associadas aos afloramentos calcários, o período a ser observado pode ser entre 18 e 11 mil anos A.P., quando ocorreram a maioria dos processos de expansão e regressão de ADP.

Com exceção de *Cavanillesia umbellata*, *Cecropia saxatilis* e *Spathicarpa gardneri*, todas as espécies analisadas ocorrem na região cárstica do Alto São Francisco, em Minas Gerais (Melo et al., 2013). Espécies como *Adiantum lorentzii* e *Begonia reniformis* ocorrem comumente nas encostas e fendas sazonalmente úmidas. *Ceiba pubiflora*, *Cereus jamacaru*, *Sinningia warmingii* e *Solanum oocarpum* ocupam as partes mais ressecadas do relevo, como paredões e campos de lapiás, demonstrando os múltiplos microambientes disponíveis em afloramentos de calcário, conforme descrito por vários autores (Warming, 1892; Pedersoli e Martins, 1972; Andrade-Lima, 1977; Pedralli, 1997; Lombardi et al., 2005; Melo et al., 2013), especialmente em áreas de clima sazonal, onde os afloramentos de calcário suportam distintos tipos de vegetação, como florestas estacionais decíduas e semidecíduas e a formação aberta do carste (Melo et al., 2013). Essa variedade de microambientes proporcionados pelo relevo cárstico parece capaz de manter uma gama de espécies com diferentes respostas às mudanças climáticas. Nesse contexto, a composição florística atual das FTSS sobre afloramentos calcários pode ser produto de uma complexa interação entre os processos históricos e biológicos (Mayle, 2004; Collevatti et al., 2013a, 2013b). Os resultados contrastantes sugerem que, assim como para as florestas úmidas (Souza-Sobral et al., 2017), para as FTSS também não existe

uma causa única que tenha sido capaz de moldar e direcionar a biodiversidade desses ambientes.

## 2.5 Conclusão

A dinâmica biogeográfica individual das espécies não foi sincronizada com os processos gerais de estabilidade propostos para FTSS no período de 18 e 12 mil A.P., uma vez que três quartos das espécies apresentaram tendência de regressão ou expansão de ADP nesse período. Assim, os resultados corroboram com a hipótese que espécies diferentes não responderam de maneira semelhante às mudanças no clima e permitem concluir que não houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou das espécies no período avaliado.

A metodologia desenvolvida fornece uma ferramenta que permite avaliar, detalhadamente (de mil em mil anos), as respostas de alteração de ADP das espécies em função das mudanças climáticas em um determinado período de tempo. Nesse sentido, incentiva-se a realização de novos estudos, com uma quantidade maior de espécies e que busque avaliar uma possível sazonalidade de alteração de ADP em função dos ciclos climáticos longos (Oliveira et al., 2016) com ocorrência intercalada de eras glaciais (frias) e interglaciais (quentes), fenômenos periódicos denominados de ciclos de Milankovitch.

## Literatura Citada

ANDRADE-LIMA, D. De. Flora de áreas erodidas de calcário Bambuí, em Bom Jesus da Lapa, Bahia. **Revista Brasileira de Biologia**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 179–194, 1977.

ANTONELLI, A.; SANMARTÍN, I. Why are there so many plant species in the Neotropics? **TAXON**, [s. l.], v. 60, n. 2, p. 403–414, 2011. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/tax.602010>>

ARAÚJO, M. B.; NEW, M. **Ensemble forecasting of species distributions**, 2007.

AULER, A. S. et al. Quarternary ecological and geomorphic changes associated with rainfall events in presently semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Quaternary Science**, [s. l.], v. 19, n. 7, p. 693–701, 2004. Disponível em:

<<http://doi.wiley.com/10.1002/jqs.876>>

BANDA-R, K. et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, [s. l.], v. 353, n. 6306, p. 1383–1387, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aaf5080>>

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 177, n. 1–2, p. 19–27, 2002. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031018201003492>>

BOOTH, T. H. et al. Bioclim: The first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MaxEnt studies. **Diversity and Distributions**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1–9, 2014.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis: Forecasting and control**. San Francisco.: Holden-Day, 1976.

BREIMAN, L. Random Forest. **Machine Learning**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 5–32, 2001.

CARPENTER, G.; GILLISON, A. N.; WINTER, J. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], v. 2, n. 6, p. 667–680, 1993.

COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E.; BUSH, M. B. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. **Quaternary Science Reviews**, [s. l.], v. 19, n. 1–5, p. 141–169, 2000. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0277379199000591>>

COLLEVATTI, R. G. et al. Stability of Brazilian Seasonally Dry Forests under Climate Change: Inferences for Long-Term Conservation. **American Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v. 04, n. 04, p. 792–805, 2013. a. Disponível em: <<http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ajps.2013.44098>>

COLLEVATTI, R. G. et al. Drawbacks to palaeodistribution modelling: the case of South American seasonally dry forests. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 345–358, 2013. b. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jbi.12005>>

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 152, n. 3–4, p. 319–337, 1999. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031018299000619>>

DINIZ-FILHO, J. A. F. et al. Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. **Ecography**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 897–906, 2009.

ELITH, J. et al. Novel methods improve prediction of species' distributions from

occurrence data. **Ecography**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 129–151, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1719730>>

GIANNINI, T. C. et al. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 733–749, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-78602012000300017&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602012000300017&lng=pt&tlng=pt)>

GUISAN, A.; THUILLER, W.; ZIMMERMANN, N. E. **Habitat Suitability and Distribution Models Series**. [s.l.] : Cambridge University Press, 2017.

GUO, Q.; KELLY, M.; GRAHAM, C. H. Support vector machines for predicting distribution of Sudden Oak Death in California. **Ecological Modelling**, [s. l.], v. 182, n. 1, p. 75–90, 2005.

HARRISON, S. P.; PRENTICE, C. I. Climate and CO<sub>2</sub> controls on global vegetation distribution at the last glacial maximum: analysis based on palaeovegetation data, biome modelling and palaeoclimate simulations. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 983–1004, 2003. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2486.2003.00640.x>>

HERNANDEZ, P. A. et al. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. **Ecography**, [s. l.], v. 29, n. 5, p. 773–785, 2006. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jp048527b>>

HIJMANS, A. R. J. et al. **Package ‘dismo’**, 2017.

HYNDMAN, R. J.; KHANDAKAR, Y. Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 22, 2008. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v27/i03/paper>>

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. v. 39 Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual\\_vegetacao.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual_vegetacao.shtm)>

KEITT, T. H. et al. **rgdal: Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library**, 2009.

KENDALL, M. . **Rank Correlation Methods**. 4th. ed. London: Charles Griffin, 1975.

LIAW, A.; WIENER, M. Classification and Regression by randomForest. [s. l.], v. 3, n. December 2002, p. 18–22, 2003.

LIMA-RIBEIRO, M. D. S.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Modelando a distribuição geográfica das espécies no passado: uma abordagem promissora em Paleoeecologia. **REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA**, [s. l.], v. 15, n. 03, p. 371–385, 2012. Disponível em: <[http://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/15\\_3/12\\_Lima-Ribeiro\\_&\\_Diniz-](http://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/15_3/12_Lima-Ribeiro_&_Diniz-)>

Filho.pdf>

LIMA-RIBEIRO, M. souza et al. EcoClimate: a database of climate data from multiple models for past, present, and future for macroecologists and biogeographers. **Biodiversity Informatics**, [s. l.], v. 10, p. 1–21, 2015. Disponível em: <<https://journals.ku.edu/index.php/jbi/article/view/4955>>

LIMA, N. E. De et al. Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 69, n. 4, p. 2209–2222, 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-78602018000402209&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602018000402209&lng=pt&tlng=pt)>

LISIECKI, L. E.; RAYMO, M. E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. **Paleoceanography**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. n/a-n/a, 2005. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1029/2004PA001071>>

LOMBARDI, J. A.; SALINO, A.; TEMONI, L. G. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 3–20, 2005.

MAÇAIRA, P. M.; CYRINO OLIVEIRA, F. L. Another look at SSA.Boot forecast accuracy. **International Journal of Energy and Statistics**, [s. l.], v. 04, n. 02, p. 1650008, 2016. Disponível em: <<http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S2335680416500083>>

MANN, H. B. Nonparametric Tests Against Trend. **Econometrica**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 245, 1945. Disponível em: <[http://www.economist.com/node/18330371?story%7B\\_%7Ddid=18330371](http://www.economist.com/node/18330371?story%7B_%7Ddid=18330371)>

MAYLE, F. E. et al. Responses of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes since the last glacial maximum. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, [s. l.], v. 359, n. 1443, p. 499–514, 2004. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2003.1434>>

MELO, P. H. A. De et al. Composição florística de angiospermas no carste do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 64, n. 11, p. 29–36, 2013.

MEYER, D. et al. **Package ‘e1071’**, 2019.

MILES, L. et al. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 491–505, 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>>

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of Tropical Dry Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 67–88, 1986. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>>

NEVES, D. M. et al. Environmental and historical controls of floristic composition across the South American Dry Diagonal. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 42, n. 8, p. 1566–1576, 2015. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jbi.12529>>

NOGUÉS-BRAVO, D. Predicting the past distribution of species climatic niches. **Global Ecology and Biogeography**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 521–531, 2009. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1466-8238.2009.00476.x>>

OLIVEIRA, M. J. De et al. Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. **Terrae Didactica**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 149, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8650958>>

PEARSON, R. G. et al. ORIGINAL ARTICLE: Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 102–117, 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>>

PEARSON, R. G.; DAWSON, T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? **Global Ecology and Biogeography**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 361–371, 2003. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5558153/>>

PEBESMA, E. Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. **The R Journal**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 439, 2018. Disponível em: <<https://journal.r-project.org/archive/2018/RJ-2018-009/index.html>>

PEDERSOLI, J. L.; MARTINS, J. L. A vegetação dos afloramentos de calcário. **Oréades**, [s. l.], v. 5, p. 5: 27–29., 1972.

PEDRALLI, G. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais : florística e fisionomia. **Bios**, [s. l.], v. 5, p. 81–88, 1997.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 437–457, 2009. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327>>

PETERSON, A. T. Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time. **Science**, [s. l.], v. 285, n. 5431, p. 1265–1267, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.285.5431.1265>>

PETTITT, A. N. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. **Applied Statistics**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 126, 1979. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2346729>>

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. A maximum entropy approach to species distribution modeling. **Proceedings, Twenty-First International Conference on Machine Learning, ICML 2004**, [s. l.], p. 655–662, 2004.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, [s. l.], v. 80, n. 4, p. 902, 1993. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2399937?origin=crossref>>

PRENTICE, I. C.; HARRISON, S. P.; BARTLEIN, P. J. Global vegetation and terrestrial carbon cycle changes after the last ice age. **New Phytologist**, [s. l.],

- v. 189, n. 4, p. 988–998, 2011. Disponível em:  
<<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8137.2010.03620.x>>
- QIAO, H. et al. NicheA: creating virtual species and ecological niches in multivariate environmental scenarios. **Ecography**, [s. l.], v. 39, n. 8, p. 805–813, 2016.
- SOBRAL-SOUZA, T.; LIMA-RIBEIRO, M. S. De volta ao passado: Revisitando a história biogeográfica das florestas neotropicais úmidas. **Oecologia Australis**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 93–107, 2017.
- THUILLER, W. BIOMOD - optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 9, n. 10, p. 1353–1362, 2003. Disponível em:  
<<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2486.2003.00666.x>>
- TOBY PENNINGTON, R.; LEWIS, G.; RATTER, J. An Overview of the Plant Diversity, Biogeography and Conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. In: **America**. [s.l: s.n.]. p. 1–29.
- TOBY PENNINGTON, R.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 261–273, 2000. Disponível em:  
<<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>>
- VARELA, S.; LOBO, J. M.; HORTAL, J. Using species distribution models in paleobiogeography: A matter of data, predictors and concepts. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 310, n. 3–4, p. 451–463, 2011. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.07.021>>
- WARMING, E. **Lagoa Santa, et Bidrag til den biologiske Plantegeografi**. Copenhagen: Dreyer, 1892.
- WHITNEY, B. S. et al. A 45kyr palaeoclimate record from the lowland interior of tropical South America. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 307, n. 1–4, p. 177–192, 2011. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.05.012>>
- WICKHAM, H. **ggplot2**. New York, NY: Springer New York, 2009. v. 35  
Disponível em: <<http://had.co.nz/ggplot2/book>>
- WICKHAM, H. **Package ‘tidyverse’**, 2019. Disponível em:  
<<https://github.com/tidyverse/tidyverse>>
- ZIZKA, A. et al. CoordinateCleaner: Standardized cleaning of occurrence records from biological collection databases. **Methods in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 744–751, 2019. Disponível em:  
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.13152>>

#### 4 CONCLUSÃO GERAL

A composição de espécies em afloramentos de calcário nos domínios fitogeográficos da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica ainda é pouco conhecida. O aumento de 50% na composição de espécies registradas por levantamentos anteriores em afloramentos de calcário nesses domínios é um indicador do desconhecimento florístico nesse substrato e demonstra a necessidade da realização de novos levantamentos, especialmente direcionados a angiospermas não arbóreas, samambaias e licófitas.

A composição florística registrada em afloramentos de calcário na Mata Atlântica foi muito distinta daquelas registradas em afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado. Com exceção de áreas ecotonais, afloramentos de calcário na Caatinga e no Cerrado apresentaram um fraco relacionamento florístico. A similaridade florística entre os afloramentos dentro do Cerrado diminuiu significativamente com o aumento da distância geográfica e, no geral, os afloramentos apresentaram alta dissimilaridade florística média com o entorno.

A dinâmica biogeográfica individual das espécies não foi sincronizada com os processos gerais de estabilidade propostos para FTSS no período de 18 e 12 mil A.P., uma vez que três quartos das espécies apresentaram tendência de regressão ou expansão de ADP nesse período. Assim, os resultados corroboram com a hipótese que espécies diferentes não responderam de maneira semelhante às mudanças no clima e permitem concluir que não houve congruência temporal entre eventos de expansões e/ou das espécies estudadas no período avaliado.

## ANEXO A

**Tabela S1.** Espécies de plantas vasculares registradas em afloramentos de calcário nos domínios fitogeográficos da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica.

Família	Espécie	Arvore	Subarbusto	Arbusto	Erva	Palmeira	Liana_voluvel_trepadeira	Bambu	Categoria Ameaça	Terrícola	Rupícola	Epífita	Síndrome de dispersão	Arcos-Pains	Bela Vista	Cafarnaum-Morro do Chapéu	Formosa	Funilândia-Prudente de Moraes	Lajedinho	Matias Cardoso	Nobres	Novo Jardim	PETAR	Rio Branco do Sul	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	
Acanthaceae	<i>Aphelandra liboniana</i> Linden ex Hook.			1						1		auto																1
Acanthaceae	<i>Aphelandra longiflora</i> (Lindl.) Profice		1	1					LC	1		auto									1				1		1	1
Acanthaceae	<i>Aphelandra ornata</i> (Nees) T.Anderson				1					1		auto											1				1	
Acanthaceae	<i>Aphelandra schottiana</i> (Nees) Profice			1					LC	1		auto						1								1		
Acanthaceae	<i>Dyschoriste trichanthera</i> Kobuski				1					1		auto		1												1		
Acanthaceae	<i>Justicia brasiliana</i> Roth		1						LC	1		auto						1					1	1	1	1	1	
Acanthaceae	<i>Justicia carnea</i> Lindl.		1	1						1		auto										1	1				1	
Acanthaceae	<i>Justicia clivalis</i> Wassh.		1	1						1		auto					1								1			
Acanthaceae	<i>Justicia floribunda</i> (C.Koch) Wassh.			1						1		auto											1				1	
Acanthaceae	<i>Justicia glaziovii</i> Lindau			1						1		auto					1								1			
Acanthaceae	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq.				1					1		auto		1											1			

Acanthaceae	<i>Justicia thunbergioides</i> (Lindau) Leonard	1		1	auto	1	1			1
Acanthaceae	<i>Lepidagathis sessilifolia</i> (Pohl) Kameyama ex Wassh. & J.R.I.Wood	1		1	auto			1		1
Acanthaceae	<i>Ruellia asperula</i> (Mart. ex Nees) Lindau	1	1	1	auto		1			1
Acanthaceae	<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C.Ezcurra	1		1	auto	1	1	1		1
Acanthaceae	<i>Ruellia costata</i> (Nees) Hiern	1	1	1	auto			1		1
Acanthaceae	<i>Ruellia erythropus</i> (Nees) Lindau	1		LC 1	auto	1	1			1
Acanthaceae	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth	1		1	auto			1		1
Acanthaceae	<i>Ruellia haenkeana</i> (Nees) Wassh.	1		1	auto	1				1
Acanthaceae	<i>Ruellia hygrophila</i> Mart. <i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	1		1	auto	1		1		1
Alstroemeriaceae	<i>Alternanthera brasiliiana</i> (L.) Kuntze		1	1	zoo	1		1	1	1
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i> <i>paronychioides</i> A.St.-Hil.	1		LC 1	auto			1	1	1
Amaranthaceae	<i>Alternanthera rufa</i> (Mart.) D.Dietr.	1		1	auto	1				1
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	1		LC 1	auto		1			1
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	1	auto			1		1
Amaranthaceae	<i>Celosia grandifolia</i> Moq.	1	1	LC 1	auto			1		1
Amaranthaceae	<i>Chamissoa acuminata</i> Mart. <i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth	1		LC 1	auto	1		1		1
Amaranthaceae	<i>Chenopodium hircinum</i> Schard.	1	1	1	auto			1		1
Amaranthaceae	<i>Gomphrena microcephala</i> Moq.	1		1	auto			1		1
Amaranthaceae	<i>Gomphrena vaga</i> Mart. <i>Hebanthe eriantha</i> (Poir.) Pedersen	1	1	LC 1	auto	1	1	1		1
Amaranthaceae	<i>Pfaffia glomerata</i> (Spreng.) Pedersen	1	1	LC 1	auto	1				1
Amaranthaceae	<i>Pfaffia minarum</i> Pedersen	1		VU 1	auto		1			1
Amaranthaceae	<i>Quaternella confusa</i> Pedersen	1		1	auto		1			1





Arecaceae	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	1		LC	1	zoo		1		1
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	1			1	zoo		1		1
Asparagaceae	<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	1			1	zoo			1	1
Asparagaceae	<i>Herreria glaziovii</i> Lecomte		1		1	auto		1		1
Asparagaceae	<i>Herreria salsaparilha</i> Mart.		1		1	auto		1		1
Asparagaceae	<i>Oziroe argentinensis</i> (Lillo & Hauman) Speta		1		1	não encontrada	1			1
Asteraceae	<i>Acilepidopsis echitifolia</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	1			1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Adenostemma brasilianum</i> (Pers.) Cass.		1		1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1	1		1	epizoo		1		1
Asteraceae	<i>Baccharis oxyodonta</i> DC.	1		1	1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Baccharis tridentata</i> Vahl	1			1	anemo	1			1
Asteraceae	<i>Baccharis vulneraria</i> Baker	1			1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.		1		1	epizoo		1		1
Asteraceae	<i>Bidens riparia</i> Kunth		1		1	epizoo	1			1
Asteraceae	<i>Calea pinnatifida</i> (R.Br.) Less.			1	1	anemo		1	1	1
Asteraceae	<i>Calyptocarpus brasiliensis</i> (Nees & Mart.) B. Turner		1		1	epizoo			1	1
Asteraceae	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	1			1	auto		1		1
Asteraceae	<i>Chaptalia hermogenis</i> M.D.Moraes		1		CR	1	anemo		1	1
Asteraceae	<i>Chromolaena extensa</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	1			1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Chromolaena margaritensis</i> (Hassl.) R.M.King & H.Rob.	1			1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Chromolaena maximilianii</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.		1		1	anemo	1		1	1
Asteraceae	<i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.		1		1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	1			1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Dasyphyllum vagans</i> (Gardner) Cabrera		1		1	anemo	1			1
Asteraceae	<i>Dimerostemma annuum</i>		1		EN	1	auto	1		1

	(Hassl.) H. Rob.									
Asteraceae	<i>Dimerostemma apense</i> (Chodat) M.D.Moraes	1		NT	1	auto		1		1
Asteraceae	<i>Dimerostemma goyazense</i> (Gardner) M.D.Moraes	1			1	auto			1	1
Asteraceae	<i>Dimerostemma grazielae</i> H.Rob.	1		VU	1	auto		1		1
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.		1		1	auto		1		1
Asteraceae	<i>Egletes viscosa</i> (L.) Less.		1	LC	1	auto			1	1
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth		1		1	anemo	1			1
Asteraceae	<i>Exostigma rivulare</i> (Gardner) G.Sancho		1		1	não encontrada		1		1
Asteraceae	<i>Gardnerina angustata</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.		1	DD	1	auto	1		1	1
Asteraceae	<i>Hebeclinium macrophyllum</i> (L.) DC.		1		1	não encontrada		1		1
Asteraceae	<i>Jungia selowii</i> Less.	1	1		1	não encontrada			1	1
Asteraceae	<i>Lepidaploa balansae</i> (Chodat) H.Rob.		1		1	anemo			1	1
Asteraceae	<i>Lepidaploa eriolepis</i> (Gardner) H.Rob.	1	1	1	1	anemo			1	1
Asteraceae	<i>Lepidaploa helophila</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.		1		1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Lepidaploa psilostachya</i> (DC.) H.Rob.		1		1	anemo	1			1
Asteraceae	<i>Lepidaploa remotiflora</i> (Rich.) H.Rob.		1		1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Lessingianthus bardanoides</i> (Less.) H.Rob.		1		1	anemo		1		1
Asteraceae	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. ex Pers.) DC.		1		1	auto		1		1
Asteraceae	<i>Mikania hirsutissima</i> DC.		1		1	anemo			1	1
Asteraceae	<i>Mikania salviifolia</i> Gardner		1		1	anemo	1			1
Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	1			1	anemo	1			1
Asteraceae	<i>Mutisia coccinea</i> A.St.-Hil.		1		1	não encontrada			1	1
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.		1		1	não encontrada	1			1
Asteraceae	<i>Pentacalia desiderabilis</i> (Vell.) Cuatrec.		1		1	anemo	1			1

Asteraceae	<i>Simsia dombeyana</i> DC.	1	1		1	auto	1	1	1		1	1
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.			1	1	não encontrada					1	1
Asteraceae	<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	1			1	não encontrada				1		1
	<i>Trichogonia eupatorioides</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.				1							1
Asteraceae	<i>Trichogoniopsis morii</i> R.M.King & H.Rob.		1		1	anemo			1			1
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i> L.			1	1	não encontrada				1		1
	<i>Trixis antimenorrhoea</i> (Schrank) Kuntze		1	1	1	anemo	1		1	1		1
Asteraceae	<i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.	1	1		1	anemo					1	1
Asteraceae	<i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H.Rob.			1	1	anemo	1			1		1
	<i>Vernonanthura polyanthes</i> (Sprengel) Vega & Dematteis		1		1	anemo			1	1		1
Asteraceae	<i>Wedelia goyazensis</i> Gardner		1			não encontrada			1			1
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook.f.		1		1	não encontrada				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia capanemae</i> Brade	1			1	anemo				1		1
	<i>Begonia convolvulacea</i> (Klotzsch) A.DC.			1	1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Willd.		1		1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia exigua</i> Irmsch.		1		1	anemo			1			1
Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i> Schrank	1			1	anemo	1			1		1
	<i>Begonia fruticosa</i> (Klotzsch) A.DC.			1	LC 1	anemo					1	1
Begoniaceae	<i>Begonia hirtella</i> Link		1		LC 1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia hoehneana</i> Irmsch.		1		1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia itatiaiensis</i> Brade		1		1	anemo				1		1
	<i>Begonia juliana</i> Loefgr. ex Irmsch.		1		1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia radicans</i> Vell.			1	LC 1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia reniformis</i> Dryand.	1			1	anemo	1		1	1		1
Begoniaceae	<i>Begonia subvillosa</i> Klotzsch		1		1	anemo				1		1
Begoniaceae	<i>Begonia toledoana</i> Handro	1			EN 1	anemo				1		1
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.			1	1	anemo				1		1
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann			1	1	anemo				1		1

Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.Lohmann		1	1	anemo	1				1
Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L.G.Lohmann	1	1	1	anemo			1		1
Bignoniaceae	<i>Fridericia speciosa</i> Mart.	1		1	anemo	1				1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	1		LC	1	anemo		1		1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	1		LC	1	anemo		1	1	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	1		NT	1	anemo			1	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus selachidentatus</i> (A.H.Gentry) S.Grose	1		NT	1	anemo	1			1
Bignoniaceae	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	1			1	anemo	1		1	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	1			1	anemo			1	1
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	1			1	anemo	1			1
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	1			1	anemo	1			1
Boraginaceae	<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	1	1		1	anemo			1	1
Boraginaceae	<i>Cordia insignis</i> Cham.		1		1	anemo não encontrada	1		1	1
Boraginaceae	<i>Cordia tarodae</i> M.Stapf <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	1			1	anemo	1	1		1
Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	1	1		1	1	1			1
Boraginaceae	<i>Heliotropium transalpinum</i> Vell.	1	1		1	auto				1
Boraginaceae	<i>Myriopus paniculatus</i> (Cham.) Feuillet		1	1		zoo	1			1
Boraginaceae	<i>Myriopus rubicundus</i> (Salzm. ex DC.) Luebert		1		1	zoo		1		1
Boraginaceae	<i>Varronia urticifolia</i> (Cham.) J.S.Mill.	1	1		1	zoo	1			1
Brassicaceae	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.		1		1	não encontrada			1	1
Bromeliaceae	<i>Acanthostachys strobilacea</i> (Schult. & Schult.f.) Klotzsch		1			1	zoo		1	1



Bromeliaceae	<i>Tillandsia streptocarpa</i> Baker	1		LC	1	1	anemo	1		1	1	1	1		1	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	1				1	1	anemo						1		1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	1		LC	1	1	anemo		1							1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia tricholepis</i> Baker	1		LC		1	anemo		1							1
Bromeliaceae	<i>Vriesea bituminosa</i> Wawra	1		LC	1	1	anemo						1			1
Bromeliaceae	<i>Vriesea carinata</i> Wawra	1		LC	1	1	anemo						1			1
Bromeliaceae	<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	1				1	anemo						1			1
Bromeliaceae	<i>Vriesea flammea</i> L.B.Sm.	1		LC		1	anemo						1			1
Bromeliaceae	<i>Vriesea flava</i> A.F.Costa, H.Luther & Wand.	1		NT		1	anemo						1	1		1
Bromeliaceae	<i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. <i>Vriesea philippocoburgii</i> Wawra	1		LC		1	anemo						1			1
Bromeliaceae	<i>Vriesea simplex</i> (Vell.) Beer	1				1	anemo						1			1
Bromeliaceae	<i>Vriesea vagans</i> (L.B.Sm.) L.B.Sm.	1				1	anemo						1			1
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	1	1			1	zoo	1			1				1	1
Cactaceae	<i>Arrojadoa penicillata</i> (Gürke) Britton & Rose	1	1			1	1	zoo				1				1
Cactaceae	<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A.Berger	1	1		LC	1	1	zoo	1		1					1
Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	1				1	1	zoo	1	1	1	1	1		1	1
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	1	1		LC		1	zoo	1							1
Cactaceae	<i>Hylocereus setaceus</i> (Salm- Dyck) R.Bauer			1	LC	1	1	zoo		1						1
Cactaceae	<i>Melocactus levitestatus</i> Buining & Brederoo	1					1	zoo				1				1
Cactaceae	<i>Micranthocereus estevesii</i> (Buining & Brederoo)						1	zoo					1			1
Cactaceae	<i>Pereskia stenantha</i> Ritter	1			LC	1		zoo	1			1			1	1
Cactaceae	<i>Pilosocereus floccosus</i> Byles & Rowley	1			NT	1	1	zoo				1				1
Cactaceae	<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & Rowley	1				1	1	zoo	1							1



Celastraceae	<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	1	1		1	zoo	1					1
Celastraceae	<i>Monteverdia acanthophylla</i> (Reissek) Biral		1		1	zoo		1				1
Celastraceae	<i>Monteverdia aquifolia</i> (Mart.) Biral	1			1	zoo	1			1		1 1
Celastraceae	<i>Monteverdia cestrifolia</i> (Reissek) Biral	1	1		1	zoo				1		1
Celastraceae	<i>Monteverdia evonymoides</i> (Reissek) Biral	1	1		1	zoo	1					1
Celastraceae	<i>Monteverdia floribunda</i> (Reissek) Biral	1	1		1	zoo		1	1			1
Celastraceae	<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart.) ex Reissek) Biral		1		1	zoo	1					1
Celastraceae	<i>Monteverdia rigida</i> (Mart.) Biral	1	1		1	zoo	1	1				1 1
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart.) G.Don	1	1	1	1	zoo		1	1			1
Celastraceae	<i>Tontelea laxiflora</i> (Benth.) A.C.Sm.	1	1	1	1	zoo		1				1
Cleomaceae	<i>Melidiscus giganteus</i> (L.) Raf.		1	1	1	auto			1			1
Cleomaceae	<i>Tarenaya aculeata</i> (L.) Soares Neto & Roalson		1		1	auto	1	1				1
Cleomaceae	<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf.		1	1	1	auto		1				1
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	1	1		LC 1	auto	1					1
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i> Cambess.				LC	zoo				1		1
Combretaceae	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	1	1	1	1	anemo	1					1
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart. <i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	1	1		LC 1	anemo	1		1			1
Combretaceae	<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	1			1	anemo		1				1
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.		1		1 1	auto	1					1
Commelinaceae	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) C.B.Clarke		1	1	1 1	zoo	1					1
Commelinaceae	<i>Dichorisandra paranaensis</i> D.Maia Cervi & Tardivo		1		1	zoo				1	1	1
Commelinaceae	<i>Dichorisandra rupicola</i> Aona & M.C.E.Amaral		1		1 1	zoo	1					1
Commelinaceae	<i>Dichorisandra villosula</i> Mart. ex Schult. f.		1		1	zoo			1			1

Commelinaceae	<i>Gibasis geniculata</i> (Jacq.) Rohweder	1		1	1	auto	1	1		1	1	1
Commelinaceae	<i>Tinantia sprucei</i> C.B.Clarke	1		1		auto		1				1
Commelinaceae	<i>Tradescantia ambigua</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	1		1	1	auto			1			1
Commelinaceae	<i>Tradescantia umbraculifera</i> Hand.-Mazz.	1		1	1	1	auto			1		1
Commelinaceae	<i>Tradescantia zanonii</i> (L.) Sw.	1		1		auto	1			1		1
Commelinaceae	<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.) Handlos	1		1	1	auto		1		1		1
Commelinaceae	<i>Tripogandra elata</i> D.R.Hunt	1		1	1	auto	1	1				1
Connaraceae	<i>Connarus regnellii</i> G.Schellenb.	1				zoo				1		1
Connaraceae	<i>Rourea induta</i> Planch.					zoo	1					1
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	1		1		auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Distimake aegyptius</i> (L.) A.R. Simões & Staples		1		1	não encontrada			1			1
Convolvulaceae	<i>Distimake dissectus</i> (Jacq.) A.R. Simões & Staples	1		1		não encontrada	1					1
Convolvulaceae	<i>Evolvulus chamaepitys</i> Mart.	1		1		auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Evolvulus filipes</i> Mart.	1		LC	1	auto		1	1			1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cynanchifolia</i> Meisn.		1	DD	1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederifolia</i> L.		1		1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f.		1		1	auto	1	1				1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea longibracteolata</i> Sim.-Bianch. & J.R.I. Wood		1		1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea magna</i> Simão- Bianchini, R. & Wood, J.R.I.		1		1	auto		1				1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea parasitica</i> (Kunth) G.Don		1		1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea setosa</i> Ker Gawl.		1		1	auto		1	1			1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sidifolia</i> Schrad.		1		1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Iseia luxurians</i> (Moric.) O'Donell		1	LC	1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia blanchetii</i> Moric.		1		1	auto	1					1
Convolvulaceae	<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.		1		1	auto	1					1

Convolvulaceae	<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	1	1	1	auto	1	1	1	1
Convolvulaceae	<i>Operculina macrocarpa</i> (L.) Urb.	1	LC	1	1	1	1	1	1
Convolvulaceae	<i>Chamaecostus subsessilis</i> (Nees & Mart.) C.D.Specht & D.W.Stev.	1	1	1	1	1	1	1	1
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	1	1	1	1	1	1	1	1
Costaceae	<i>Cayaponia pilosa</i> (Vell.) Cogn.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia tayuya</i> (Vell.) Cogn.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Ceratosanthes tomentosa</i> Cogn.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Cucumis dipsaceus</i> Ehrenb.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Melothria cucumis</i> Vell.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Psiguria ternata</i> (M.Roem.) C.Jeffrey	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Psiguria umbrosa</i> (Kunth) C.Jeffrey	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Siolmatra brasiliensis</i> (Cogn.) Baill.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Wilbrandia hibiscoides</i> Silva Manso	1	1	1	1	1	1	1	1
Cucurbitaceae	<i>Wilbrandia verticillata</i> (Vell.) Cogn.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cyperaceae	<i>Carex brasiliensis</i> A.St.-Hil.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cyperaceae	<i>Carex sellowiana</i> Schtdl.	1	1	1	1	1	1	1	1
Cyperaceae	<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth	1	1	1	1	1	1	1	1
Cyperaceae	<i>Pleurostachys foliosa</i> Kunth	1	1	1	1	1	1	1	1
Cyperaceae	<i>Scleria latifolia</i> Sw.	1	1	1	1	1	1	1	1
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea demourae</i> Uline ex R.Knuth	1	1	1	1	1	1	1	1
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea hassleriana</i> Chodat	1	1	1	1	1	1	1	1
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea leptostachya</i> Gardner	1	1	1	1	1	1	1	1
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea ovata</i> Vell.	1	1	1	1	1	1	1	1
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea pseudomacrocapsa</i>	1	EN	1	1	1	1	1	1

G.M.Barroso et al.

Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sinuata</i> Vell.				1	1	anemo				1		1
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea subhastata</i> Vell.				1	1	anemo	1					1
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1	1			LC	1				1		1
	<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.)												
Ebenaceae	B.Walln.	1	1	1			1			1			1
	<i>Erythroxylum strobilaceum</i>												
Erythroxylaceae	Peyr.			1			1	1					1
	<i>Acalypha communis</i>												
Euphorbiaceae	Müll.Arg.		1	1	1		1		1	1			1
	<i>Acalypha digynostachya</i>												
Euphorbiaceae	Baill.			1			1			1	1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Acalypha gracilis</i> Spreng.		1	1			1						1
	<i>Actinostemon conceptionis</i>												
Euphorbiaceae	(Chodat & Hassl.) Hochr.		1	1			1			1			1
	<i>Actinostemon klotzschii</i>												
Euphorbiaceae	(Didr.) Pax	1		1			1						1
	<i>Aparisthium cordatum</i>												
Euphorbiaceae	(A.Juss.) Baill.	1		1			1						1
Euphorbiaceae	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch				1		1			1	1	1	1
	<i>Bernardia crassifolia</i>												
Euphorbiaceae	Müll.Arg.			1			1						1
	<i>Bernardia tamanduana</i>												
Euphorbiaceae	(Baill.) Müll.Arg.	1	1				1			1			1
	<i>Cnidoscolus albomaculatus</i>												
Euphorbiaceae	(Pax) I.M.Johnst.		1	1	1		1			1			1
	<i>Cnidoscolus oligandrus</i>												
Euphorbiaceae	(Müll.Arg.) Pax	1					1			1			1
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus ulei</i> (Pax) Pax		1	1	1		1			1			1
	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.)												
Euphorbiaceae	Arthur		1	1			1			1			1
	<i>Cnidoscolus urens</i> var.												
Euphorbiaceae	neglectus (Pohl) Lourteig		1	1			1			1	1		1
	<i>Cnidoscolus vitifolius</i> (Mill.)												
Euphorbiaceae	Pohl	1		1			1			1			1
Euphorbiaceae	<i>Croton argyrophyllus</i> Kunth			1			1			1			1
Euphorbiaceae	<i>Croton cinerellus</i> Müll.Arg.			1			1			1			1
	<i>Croton didrichsenii</i>												
Euphorbiaceae	G.L.Webster		1		1		1			1			1
	<i>Croton echinocarpus</i> Müll.												
Euphorbiaceae	Arg.	1					1			1			1

Euphorbiaceae	<i>Croton echioides</i> Baill.	1	1	1	zoo	1	1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton glandulosus</i> L.	1	1	1	zoo			1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton gracilipes</i> Baill.	1	1	1	zoo	1			1
Euphorbiaceae	<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	1	1	1	zoo		1		1
Euphorbiaceae	<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	1	1	1	zoo	1			1
Euphorbiaceae	<i>Croton laceratoglandulosus</i> Caruzo & Cordeiro		1	1	zoo			1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton pulegioidorus</i> Baill.	1	1	1	zoo		1		1
Euphorbiaceae	<i>Croton rottlerifolius</i> Baill.	1	1	1	zoo	1			1
Euphorbiaceae	<i>Croton triqueter</i> Lam.	1	1	1	zoo	1	1		1
Euphorbiaceae	<i>Croton urticifolius</i> Lam.	1	1	1	zoo		1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	1		1	zoo	1	1		1
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia stipulacea</i> Müll.Arg.		1	1	auto		1		1
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia triphylla</i> Lam.		1	1	auto			1	1
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis desertorum</i> (Müll.Arg.) Pax & K.Hoffm.	1	1	1	não encontrada	1		1	1
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis salina</i>			1	não encontrada	1			1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.		1	1	auto	1	1		1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peperomioides</i> Boiss.		1	1	auto			1	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia zonosperma</i> Müll.Arg.		1	1	auto	1			1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha martiusii</i> (Pohl) Baill.				zoo			1	1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	1	1	1	zoo	1		1	1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	1	1	1	zoo	1	1		1
Euphorbiaceae	<i>Manihot grahamii</i> Hook. <i>Manihot janiphoides</i> Müll.Arg.	1	1	1	zoo	1		1	1
Euphorbiaceae	<i>Manihot pilosa</i> Pohl	1	1	1	zoo	1			1
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	1	1	1	auto		1		1
Euphorbiaceae	<i>Romanoa tamnoides</i> (A.Juss.) Radcl.-Sm.			1	1 auto		1		1
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	1	1	zoo		1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium obovatum</i> Klotzsch ex Müll.Arg.		1	1	zoo		1		1
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1	1	1	zoo	1	1		1

Euphorbiaceae	<i>Tragia bahiensis</i> Müll.Arg.		1		1	auto			1										1
Euphorbiaceae	<i>Tragia volubilis</i> L.			1		1	1	auto	1				1						1
Fabaceae	<i>Acosmium diffusissimum</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	1				1	1	anemo				1							1
Fabaceae	<i>Aeschynomene falcata</i> (Poir.) DC.							epizoo		1									1
Fabaceae	<i>Aeschynomene martii</i> Benth.	1	1					epizoo		1									1
Fabaceae	<i>Aeschynomene mollicula</i> Kunth							epizoo				1	1						1 1
Fabaceae	<i>Aeschynomene racemosa</i> Vogel		1	1	1			epizoo						1					1
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart						LC	auto	1				1						1
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	1						auto		1		1							1
Fabaceae	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.		1		1			não encontrada										1	1
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan							anemo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 1
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1					1	zoo									1		1
Fabaceae	<i>Arachis burchellii</i> Krapov. & W.C.Greg.				1			auto										1	1
Fabaceae	<i>Bauhinia cattingae</i> Harms	1	1					auto				1	1						1
Fabaceae	<i>Bauhinia cupulata</i> Benth.	1	1					auto						1					1
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	1						auto	1										1
Fabaceae	<i>Bauhinia holophylla</i> (Bong.) Steud.				1			auto						1					1
Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	1	1					auto	1							1			1
Fabaceae	<i>Bauhinia mollis</i> (Bong.) D.Dietr.				1			auto		1									1
Fabaceae	<i>Bauhinia platypetala</i> Burch. ex Benth.	1	1					auto								1			1
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	1	1	1				auto				1				1			1
Fabaceae	<i>Calliandra depauperata</i> Benth.				1			auto				1							1
Fabaceae	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	1	1				1	auto	1										1
Fabaceae	<i>Calliandra parviflora</i> Benth.				1			auto						1					1
Fabaceae	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.			1	1		1	auto						1					1
Fabaceae	<i>Camptosema ellipticum</i> (Desv.) Burkart		1		1		1	auto						1					1



Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	1				1	zoo	1					1
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1			LC	1	zoo				1		1
Fabaceae	<i>Indigofera lespedezioides</i> Kunth		1	1	1	1	auto				1		1
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	1				1	zoo	1					1
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	1				1	zoo				1		1
Fabaceae	<i>Lachesiodendron viridiflorum</i> (Kunth) P.G.Ribeiro et al.	1				1	auto			1			1
Fabaceae	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes	1		1		1	anemo	1					1
Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz						auto			1			1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	1				1	anemo	1					1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	1				1	anemo	1					1
Fabaceae	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	1				1	anemo				1		1
Fabaceae	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	1		1		1	anemo	1					1
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	1				1	anemo	1					1
Fabaceae	<i>Machaerium leucopterum</i> Vogel	1				1	anemo			1			1
Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	1				LC	1	anemo	1				1
Fabaceae	<i>Machaerium pedicellatum</i> Vogel	1				1	anemo			1			1
Fabaceae	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	1				1	anemo	1		1			1
Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	1				LC	1	anemo	1				1
Fabaceae	<i>Macroptilium bracteatum</i> (Nees & Mart.) Maréchal & Baudet			1	1	1	auto			1			1
Fabaceae	<i>Mimosa glutinosa</i> Malme	1				1	auto		1				1
Fabaceae	<i>Mimosa invisita</i> Mart. ex Colla		1		1	1	auto	1					1
Fabaceae	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	1		1		1	auto		1		1		1
Fabaceae	<i>Mimosa polycarpa</i> Kunth						auto		1		1		1
Fabaceae	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1				1	auto					1	1
Fabaceae	<i>Mimosa skinneri</i> Benth.						auto			1			1

Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	1	1	1	1	auto	1			1
Fabaceae	<i>Mimosa xanthocentra</i> Mart.					auto			1	1
Fabaceae	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	1			LC	1	anemo	1		1
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1				1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P.Lima & H.C.Lima	1	1			1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1				1	anemo		1	1
Fabaceae	<i>Periandra coccinea</i> (Schrad.) Benth.			1		1	auto			1
Fabaceae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	1	1			1	não encontrada		1	1
Fabaceae	<i>Platycyamus regnelli</i>	1				1	auto	1		1
Fabaceae	<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	1				1	auto	1		1
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	1				1	auto	1		1
Fabaceae	<i>Rhynchosia balansae</i> Micheli						zoo		1	1
Fabaceae	<i>Rhynchosia edulis</i> Griseb.			1		1	zoo		1	1
Fabaceae	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.			1		1	zoo		1	1
Fabaceae	<i>Riedeliella graciliflora</i> Harms		1			1	anemo	1		1
Fabaceae	<i>Riedeliella sessiliflora</i> Kuhl.		1			1	anemo		1	1
Fabaceae	<i>Schnella flexuosa</i> (Moric.) Walp.			1		1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Schnella glabra</i> (Jacq.) Dugand		1	1		1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Schnella microstachya</i> Raddi			1		1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Schnella outimouta</i> (Aubl.) Wunderlin		1	1		1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Senegalia bahiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	1	1			1	auto	1	1	1
Fabaceae	<i>Senegalia harleyi</i> Seigler, Ebinger, & P.G. Ribeiro	1	1			1	auto		1	1
Fabaceae	<i>Senegalia lorentensis</i> (J.F.Macbr.) Seigler & Ebinger	1				1	auto	1		1
Fabaceae	<i>Senegalia paraensis</i> (Ducke) Seigler & Ebinger		1			1	auto	1	1	1

Fabaceae	<i>Senegalia piauhiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	1	1		1	auto		1		1		1	1
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	1		1	auto	1						1
Fabaceae	<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose		1	1	1	auto	1		1	1		1	1
Fabaceae	<i>Senna affinis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	1	1		1	não encontrada	1		1	1			1
Fabaceae	<i>Senna catingae</i> (Harms) L.P. Queiroz		1		1	não encontrada			1				1
Fabaceae	<i>Senna cernua</i> (Balb.) H.S.Irwin & Barneby	1	1		1	não encontrada	1		1				1
Fabaceae	<i>Senna leiophylla</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	1	1		1	não encontrada	1						1
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	1	1		1	não encontrada	1						1
Fabaceae	<i>Senna mucronifera</i> (Mart. ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby		1	1	1	não encontrada				1			1
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	1			1	auto	1				1	1	1
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby		1	1	1	zoo	1			1			1
Fabaceae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link <i>Senna paradictyon</i> (Vogel)	1	1		1	zoo		1					1
Fabaceae	<i>Senna rizzinii</i> H.S.Irwin & Barneby		1		LC 1	não encontrada	1						1
Fabaceae	<i>Senna rizzinii</i> H.S.Irwin & Barneby		1		1	não encontrada	1						1
Fabaceae	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	1	1	1	1	auto				1			1
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	1			1	zoo		1		1			1
Fabaceae	<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby		1	1	1	não encontrada	1	1					1
Fabaceae	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby		1		1	não encontrada				1	1		1
Fabaceae	<i>Swartzia apetala</i> Raddi					zoo	1						1
Fabaceae	<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	1			1	zoo			1				1
Fabaceae	<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	1			1	anemo			1				1
Fabaceae	<i>Teramnus uncinatus</i> (L.) Sw.			1	1	auto	1						1
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.)		1		1	não	1						1



Lamiaceae	<i>Cantinoa dubia</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	1	1		1	auto				1		1
Lamiaceae	<i>Cantinoa mutabilis</i> (Rich.) Harley & J.F.B.Pastore	1	1	1		1	auto	1	1	1		1
Lamiaceae	<i>Cantinoa rubicunda</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	1	1			1	auto			1		1
Lamiaceae	<i>Cantinoa villicaulis</i> (Epling) Harley & J.F.B.Pastore					1	auto			1		1
Lamiaceae	<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Spreng.) Harley	1	1		LC	1	epizoo	1				1
Lamiaceae	<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	1	1			1	auto	1		1		1
Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	1	1	1		1	auto			1		1
Lamiaceae	<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.	1	1			1	auto	1				1
Lamiaceae	<i>Ocephalus oppositiflorus</i> (Schrank) Harley & J.F.B.Pastore	1	1			1	auto			1		1
Lamiaceae	<i>Salvia melissiflora</i> Benth.	1	1			1	auto				1	1
Lauraceae	<i>Aniba desertorum</i> (Nees) Mez	1				1	zoo			1		1
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	1				1	zoo				1	1
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	1				1	zoo				1	1
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	1				1	zoo	1				1
Lauraceae	<i>Nectandra nitidula</i> Nees	1	1			1	zoo	1				1
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	1				1	zoo	1				1
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	1				1	zoo		1			1
Lauraceae	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	1	1			1	zoo			1		1
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	1			EN	1	zoo	1				1
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	1			NT	1	zoo		1			1
Lauraceae	<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	1				1	zoo			1		1
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	1				1	anemo	1				1

Lecythidaceae	<i>Cariniana rubra</i> Gardner ex Miers	1			1	anemo				1			1
Linderniaceae	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell.		1		1	auto				1			1
Loasaceae	<i>Aosa gilgiana</i> (Urb.) Weigend	1	1		1	1	auto			1			1
Loasaceae	<i>Aosa rostrata</i> (Urb.) Weigend		1		1	1	auto			1		1	1
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.	1	1		1	1	auto	1	1	1	1		1
Loganiaceae	<i>Spigelia beyrichiana</i> Cham. & Schltld.		1		1	1	auto					1	1
Loganiaceae	<i>Strychnos trinervis</i> (Vell.) Mart.			1	LC	1	zoo				1	1	1
Loranthaceae	<i>Psittacanthus cordatus</i> (Hoffmanns.) G.Don		1				-		1				1
Lythraceae	<i>Cuphea pterosperma</i> Koehne	1			1	1	auto	1					1
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng.		1		1	1	auto				1		1
Lythraceae	<i>Cuphea warmingii</i> Koehne	1	1		1	1	auto		1				1
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	1			LC	1	anemo			1			1
Lythraceae	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	1			LC	1	anemo			1			1
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	1			LC	1	zoo				1		1
Malpighiaceae	<i>Alicia anisopetala</i> (A.Juss.) W.R.Anderson		1		1	1	anemo		1				1
Malpighiaceae	<i>Amorimia rigida</i> (A.Juss.) W.R.Anderson		1		1	1	anemo	1					1
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis muricata</i> (Cav.) Cuatrec.		1		1	1	anemo	1		1			1
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis nummifera</i> (A.Juss.) B.Gates		1		1	1	anemo		1	1			1
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis parviflora</i> (A.Juss.) B.Gates		1		NT	1	anemo	1					1
Malpighiaceae	<i>Barnebya harleyi</i> W.R.Anderson & B.Gates	1			1	1	anemo		1				1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	1	1		1	1	zoo				1		1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	1	1		1	1	zoo	1					1
Malpighiaceae	<i>Carolus chlorocarpus</i> (A.Juss.) W.R.Anderson		1		LC	1	anemo	1		1			1

Malpighiaceae	<i>Dicella bracteosa</i> (A.Juss.) Griseb.	1	1		anemo	1		1			1	1
Malpighiaceae	<i>Diplopterys lutea</i> (Griseb.) W.R.Anderson & C.C.Davis	1	1		anemo			1		1		1
Malpighiaceae	<i>Heteropterys crenulata</i> Mart. ex Griseb.	1	1		anemo	1						1
Malpighiaceae	<i>Hiraea fagifolia</i> (DC.) A.Juss.	1	1		anemo	1						1
Malpighiaceae	<i>Mascagnia sepium</i> (A.Juss.) Griseb.	1	1		anemo	1				1		1
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon tomentosum</i> A.Juss.	1	1	1	anemo	1						1
Malpighiaceae	<i>Thryallis parviflora</i> C.Anderson	1	EN	1	anemo			1				1
Malvaceae	<i>Apeiba tiburbou</i> Aubl.	1		1	zoo					1	1	1
Malvaceae	<i>Callianthe rufinerva</i> (A. St.Hil.) Donnel			1	não encontrada						1	1
Malvaceae	<i>Callianthe striata</i> (Dicks. ex Lindl.) Donnel			1	não encontrada					1		1
Malvaceae	<i>Cavanillesia umbellata</i> Ruiz & Pav.	1		LC	1	anemo		1		1		1
Malvaceae	<i>Ceiba pubiflora</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	1		1	anemo	1		1		1		1
Malvaceae	<i>Ceiba rubriflora</i> Carv.-Sobr. & L.P.Queiroz	1		1	anemo					1		1
Malvaceae	<i>Corchorus hirtus</i> L.	1	1	1	auto	1						1
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1		1	zoo	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	1		1	anemo	1						1
Malvaceae	<i>Pavonia communis</i> A.St.-Hil.	1	1	1	não encontrada						1	1
Malvaceae	<i>Pavonia nemoralis</i> A.St.-Hil.	1	1	1	não encontrada					1		1
Malvaceae	<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	1	1	1	não encontrada					1		1
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	1		LC	1	anemo				1	1	1
Malvaceae	<i>Sida hatschbachii</i> Krapov. <i>Spirotheca rivieri</i> (Decne.) Ulbr.	1	1	1	epizoo						1	1
Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	1		1	zoo					1		1
Malvaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	1		1	epizoo					1		1
Malvaceae	<i>Wissadula hermandioides</i> (L.Hér.) Garcke	1	1	1	auto	1						1

Malvaceae	<i>Wissadula macrantha</i> R.E.Fr.	1	1	1	auto	1			1
Marantaceae	<i>Ctenanthe muelleri</i> Petersen		1	1	auto			1	1
Marantaceae	<i>Goepertia barbata</i> (Petersen) Borchs. & S.Suárez		1	1	zoo		1	1	1
Marantaceae	<i>Goepertia eichleri</i> (Petersen) Borchs. & S.Suárez	1		1	zoo	1	1		1
Marantaceae	<i>Goepertia sellowii</i> (Körn.) Borchs. & S. Suárez	1		1	zoo	1		1	1
Marantaceae	<i>Goepertia villosa</i> (Lindl.) Borchs. & S.Suárez	1		1	zoo			1	1
Marantaceae	<i>Koernickanthe orbiculata</i> (Körn.) L.Andersson	1		1	auto		1	1	1
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	1		1	auto	1	1		1
Marantaceae	<i>Maranta humilis</i> Aubl.	1		1	auto		1		1
Marantaceae	<i>Maranta lindmanii</i> L.Andersson	1		1	auto	1			1
Marantaceae	<i>Maranta longiscapa</i> S.Moore	1		1	auto		1		1
Marantaceae	<i>Maranta phrynioides</i> Körn.	1		1	auto		1	1	1
Marantaceae	<i>Maranta pohliana</i> Körn.	1		1	auto			1	1
Marantaceae	<i>Maranta protracta</i> Miq.	1		1	auto			1	1
Marantaceae	<i>Maranta pulchra</i> S.Vieira & V.C.Souza	1		1	auto			1	1
Marantaceae	<i>Maranta ruiziana</i> Körn.	1		1	auto			1	1
Marantaceae	<i>Myrosma cannifolia</i> L.f.	1		1	zoo			1	1
Marantaceae	<i>Stromanthe papillosa</i> Petersen	1		1	não encontrada			1	1
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia polyantha</i> Delpino		1	LC	1	zoo		1	1
Marcgraviaceae	<i>Norantea guianensis</i> Aubl.		1		1	zoo		1	1
Melastomataceae	<i>Bertonia mosenii</i> Cogn.		1		1	1	1	1	1
Melastomataceae	<i>Chaetogastra clinopodifolia</i> DC.	1	1		1			1	1
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	1		1	zoo	1			1
Melastomataceae	<i>Leandra nianga</i> (DC.) Cogn.	1		1	zoo			1	1
Melastomataceae	<i>Leandra reversa</i> (DC.) Cogn.	1	1		1			1	1
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	1	1		1	zoo	1		1

Melastomataceae	<i>Miconia heliotropoides</i> Triana	1		1	zoo		1			1
Melastomataceae	<i>Miconia racemifera</i> (DC.) Triana	1		1	zoo	1				1
Melastomataceae	<i>Ossaea meridionalis</i> D'El Rei Souza	1	1	1	zoo				1	1
Melastomataceae	<i>Pleiochiton blepharodes</i> (DC.) Reginato et al.	1		1	LC	1	não encontrada		1	1
Melastomataceae	<i>Pleroma candolleanum</i> (Mart. ex DC.) Triana <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	1	1	1			não encontrada	1		1
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1			VU	1	anemo		1	1
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	1			VU	1	anemo	1	1	1
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	1				1	zoo	1		1
Meliaceae	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	1			LC	1	zoo	1	1	1
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	1				1	zoo	1	1	1
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	1				1	zoo	1	1	1
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	1	1			1	zoo	1		1
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L. <i>Odontocarya tamoides</i> (DC.) Miers	1			LC	1	zoo	1	1	1
Menispermaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L. <i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins		1	1		1	zoo		1	1
Molluginaceae	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	1	1			1	anemo	1	1	1
Monimiaceae	<i>Mollinedia uleana</i> Perkins <i>Dorstenia asaroides</i> Gardner	1				1	zoo		1	1
Monimiaceae	<i>Mollinedia uleana</i> Perkins <i>Dorstenia asaroides</i> Gardner	1				1	zoo		1	1
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam. <i>Dorstenia carautae</i> C.C.Berg	1			LC	1	zoo	1	1	1
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam. <i>Dorstenia carautae</i> C.C.Berg	1				1	zoo		1	1
Moraceae	<i>Dorstenia vitifolia</i> Gardner <i>Ficus bonijesulapensis</i> R.M.Castro	1				1	zoo		1	1
Moraceae	<i>Dorstenia vitifolia</i> Gardner <i>Ficus bonijesulapensis</i> R.M.Castro	1				1	zoo		1	1
Moraceae	<i>Ficus calyptroceras</i> (Miq.) Miq.	1			LC	1	zoo	1	1	1
Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	1				1	zoo	1		1
Moraceae	<i>Ficus eximia</i> Schott	1			LC	1	zoo		1	1
Moraceae	<i>Ficus goiana</i> C.C.Berg, Carauta & A.F.P.Machado	1	1			1	zoo		1	1
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	1				1	zoo	1		1

Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	1		1	zoo	1					1
Moraceae	<i>Ficus obtusiuscula</i> (Miq.) Miq.	1		1	zoo		1				1
Moraceae	<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.	1		1	zoo			1			1
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	1	1	1	zoo	1		1	1	1	1
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	1	1	1	zoo					1	1
Musaceae	<i>Musa ornata</i> Roxb.		1	1	não encontrada					1	1
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	1		1	zoo	1					1
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	1		1	zoo			1			1
Myrtaceae	<i>Eugenia acutata</i> Miq.	1		1	zoo	1					1
Myrtaceae	<i>Eugenia brevistyla</i> D.Legrand	1		LC 1	zoo					1	1
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	1	1	1	zoo			1			1
Myrtaceae	<i>Eugenia expansa</i> Spring ex Mart.	1	1	1	zoo					1	1
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1	LC 1	zoo	1					1
Myrtaceae	<i>Eugenia lagoensis</i> Kiaersk.	1	1	1	zoo	1					1
Myrtaceae	<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	1		1	zoo	1					1
Myrtaceae	<i>Eugenia repanda</i> O.Berg	1	1	1	zoo	1					1
Myrtaceae	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	1		LC 1	zoo					1	1
Myrtaceae	<i>Myrceugenia reitzii</i> D.Legrand	1		NT 1	zoo					1	1
Myrtaceae	<i>Myrcia eugeniopsoides</i> (D.Legrand & Kausel)	1		1	zoo					1	1
Myrtaceae	<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	1		1	zoo			1			1
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1		1	zoo	1	1				1
Myrtaceae	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	1		1	zoo	1					1
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.		1	1	não encontrada			1			1
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	1		1	anemo	1		1		1	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1	1	1	zoo			1		1	1



Orchidaceae	<i>Cyrtopodium saintlegerianum</i> Rchb.f.	1			1	anemo			1	1		1
Orchidaceae	<i>Dichaea pendula</i> (Aubl.) Cogn.	1			1	1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Epidendrum avicula</i> Lindl.	1				1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Epidendrum densiflorum</i> Hook.	1				1	anemo	1		1		1
Orchidaceae	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	1	LC	1	1		anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Gomesa fuscopetala</i> (Hoehne) M.W.Chase & N.H.Williams	1				1	anemo			1		1
Orchidaceae	<i>Gomesa macropetala</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	1				1	anemo			1		1
Orchidaceae	<i>Gomesa recurva</i> R.Br.	1				1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Gomesa uniflora</i> (Booth ex Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	1				1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Govenia utriculata</i> (Sw.) Lindl.	1	LC	1			anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Heterotaxis valenzuelana</i> (A.Rich.) Ojeda & Carnevali	1	LC			1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Leptotes bicolor</i> Lindl.	1	LC			1	anemo	1				1
Orchidaceae	<i>Maxillaria leucaimata</i> Barb.Rodr.	1			1	1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Maxillaria ochroleuca</i> Lodd. ex Lindl.	1			1	1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	1			1		anemo	1				1
Orchidaceae	<i>Microchilus arietinus</i> (Rchb.f. & Warm.) Ormerod	1	LC	1			anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Mormolyca rufescens</i> (Lindl.) M.A.Blanco	1				1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Myoxanthus lonchophyllus</i> (Barb.Rodr.) Luer	1				1	anemo			1		1
Orchidaceae	<i>Notylia lyrata</i> S.Moore	1				1	anemo		1			1
Orchidaceae	<i>Octomeria crassifolia</i> Lindl.	1			1	1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl.	1				1	anemo				1	1
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	1			1		anemo		1			1
Orchidaceae	<i>Pabstiella hians</i> (Lindl.) Luer	1				1	anemo			1		1

Orchidaceae	<i>Pabstiella pristeoglossa</i> (Rchb.f. & Warm.) Luer	1		1	anemo		1		1
Orchidaceae	<i>Pabstiella trimeropetala</i> (Pabst) Luer	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Pabstiella tripterantha</i> (Rchb.f.) F.Barros	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Pabstiella uniflora</i> (Lindl.) Luer	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Phymatidium falcifolium</i> Lindl.	1	LC	1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & Sweet	1		1	1 anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Prosthechea bulbosa</i> (Vell.) W.E.Higgins	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Pteroglossa roseoalba</i> (Rchb.f.) Salazar & M.W.Chase	1		1	anemo	1			1
Orchidaceae	<i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay	1		1	anemo		1		1
Orchidaceae	<i>Sarcoglottis curvisepala</i> Szlach. & Rutk.	1		1	anemo	1			1
Orchidaceae	<i>Sauroglossum elatum</i> Lindl.	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr.	1		1	1 anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Specklinia grobyi</i> (Batem. ex Lindl.) F.Barros	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Stanhopea lietzei</i> (Regel) Schltr.	1	LC	1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Stelis aprica</i> Lindl.	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Stelis deregularis</i> Barb.Rodr.	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Stelis fraterna</i> Lindl.	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Stelis intermedia</i> Poepp. & Endl.	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Trichocentrum cebolleta</i> <i>Trichocentrum pumilum</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	1		1	anemo	1		1	1
Orchidaceae	<i>Trigonidium acuminatum</i> Batem. ex Lindl.	1	LC	1	anemo		1		1
Orchidaceae	<i>Trigonidium obtusum</i> Lindl.	1		1	anemo			1	1
Orchidaceae	<i>Trizeuxis falcata</i> Lindl.	1	LC	1	anemo			1	1

Orchidaceae	<i>Xylobium variegatum</i> (Ruiz & Pav.) Garay & Dunst.	1			1	anemo			1			1
Orchidaceae	<i>Zootrophion atropurpureum</i> (Lindl.) Luer	1		NT	1	anemo			1			1
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i> Kunth	1		1		auto				1		1
Oxalidaceae	<i>Oxalis niederleinii</i> Knuth	1		LC	1	auto				1		1
Oxalidaceae	<i>Oxalis rhombo-ovata</i> A.St.-Hil.	1		LC	1	auto		1				1
Oxalidaceae	<i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.	1		1		auto			1			1
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	1		1		não encontrada		1			1	
Passifloraceae	<i>Passiflora amethystina</i> J.C.Mikan		1	LC	1	zoo					1	1
Passifloraceae	<i>Passiflora capsularis</i> L.		1	1		zoo					1	1
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.		1	1		zoo		1				1
Passifloraceae	<i>Passiflora silvestris</i> Vell.		1	1		zoo		1				1
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	1	1		1	zoo		1		1		1
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	1	1		1	zoo		1			1	1
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.	1	1		1	zoo			1		1	1
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	1	1			não encontrada		1				1
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	1				zoo		1		1		1
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca thyrsoiflora</i> Fenzl. ex J.A.Schmidt	1	1			zoo		1				1
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.		1			zoo			1		1	
Phytolaccaceae	<i>Seguiera americana</i> L.		1		LC	anemo		1				1
Picramniaceae	<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	1			1	zoo		1			1	1
Picramniaceae	<i>Piranhea securinaga</i> Radcl.-Sm. & Ratter	1			1	auto			1			1
Piperaceae	<i>Peperomia alata</i> Ruiz & Pav.	1		1	1	1	zoo				1	1
Piperaceae	<i>Peperomia arifolia</i> Miq.	1		1	1	1	zoo				1	1
Piperaceae	<i>Peperomia bernhardiana</i> C.DC.	1		1		zoo					1	1
Piperaceae	<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth	1		1	1	zoo		1				1
Piperaceae	<i>Peperomia brasiliensis</i> (Miq.) Miq.	1		1	1	zoo					1	1
Piperaceae	<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	1		1		zoo				1	1	1
Piperaceae	<i>Peperomia circinnata</i> Link	1		1		zoo		1		1		1
Piperaceae	<i>Peperomia corcovadensis</i>	1		1	1	zoo				1		1



Piperaceae	<i>Piper diospyrifolium</i> Kunth	1		1	zoo			1		1
Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	1		1	zoo			1		1
Piperaceae	<i>Piper mosenii</i> C.DC.	1		1	zoo			1		1
Piperaceae	<i>Piper schottii</i> (Miq.) C.DC.	1		1	zoo	1				1
Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> L.	1		1	zoo	1		1		1
Piperaceae	<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.	1		LC 1	zoo			1	1	1
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.		1	LC 1	não encontrada				1	1
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	1	1	1	auto				1	1
Plantaginaceae	<i>Scoparia montevidensis</i> (Spreng.) R.E.Fr.		1	1	auto		1			1
Plantaginaceae	<i>Stemodia maritima</i> L.		1	1	auto				1	
Plantaginaceae	<i>Stemodia stricta</i> Cham. & Schtdl.		1	1	auto		1			1
Plantaginaceae	<i>Stemodia verticillata</i> (Mill.) Hassl.		1	1	auto		1			1
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i> L.	1	1	1	epizoo		1			1
Poaceae	<i>Acroceras fluminense</i> (Hack.) Zuloaga & Morrone		1	LC 1	zoo			1		1
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.		1	1	epizoo		1		1	
Poaceae	<i>Cenchrus polystachios</i> (L.) Morrone		1	1	epizoo	1			1	1
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link		1	1	zoo		1			1
Poaceae	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.		1	1	auto				1	1
Poaceae	<i>Hilidaea pallens</i> (Sw.) C.Silva & R.P.Oliveira		1	1	1				1	1
Poaceae	<i>Hilidaea ruprechtii</i> (Döll) C.Silva & R.P.Oliveira		1	1	1				1	1
Poaceae	<i>Hilidaea tenuis</i> (J. Presl & C.Presl) C.Silva & R.P.Oliveira		1	1	1				1	1
Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf		1	1	epizoo		1		1	1
Poaceae	<i>Lasiacis sorghoidea</i> (Desv. ex Ham.) Hitchc. & Chase		1	1	zoo			1		1
Poaceae	<i>Leersia ligularis</i> Trin.		1	VU 1	não encontrada		1			1
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs		1	1	1				1	1
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.		1	1	anemo		1		1	1

Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	1		1	anemo	1	1	1	1	1	1
Poaceae	<i>Olyra ciliatifolia</i> Raddi	1		1	zoo	1	1	1	1		1
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	1		1	zoo				1		1
Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	1		1	epizoo	1			1		1 1
Poaceae	<i>Panicum hirtum</i> Lam.	1		1	zoo		1				1
Poaceae	<i>Paspalum fimbriatum</i> Kunth	1		1	auto			1			1
Poaceae	<i>Pharus lappulaceus</i> Aubl.	1		1	auto	1		1			1
Poaceae	<i>Rhipidocladum parviflorum</i> (Trin.) McClure	1	1	1	auto		1				1
Poaceae	<i>Rugoloa pilosa</i> (Sw.) Zuloaga	1		1	auto		1		1		1
Poaceae	<i>Setaria macrostachya</i> Kunth	1		1	anemo		1	1			1 1
Poaceae	<i>Setaria oblongata</i>	1		1	anemo			1			1
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelén	1		1	anemo			1	1		1
Poaceae	<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.	1		1	anemo		1				1
Poaceae	<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	1		1	não encontrada			1			1
Poaceae	<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B.F.Hansen & Wunderlin	1		1	zoo			1			1
Poaceae	<i>Urochloa mosambicensis</i> (Hack.) Dandy	1		1	zoo			1			1
Polygalaceae	<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.		1	1	zoo				1		1
Polygalaceae	<i>Polygala lancifolia</i> A.St.-Hil. & Moq.		1	1	1	1	1			1	1
Polygonaceae	<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	1		1	anemo	1	1	1			1 1
Pontederiaceae	<i>Heteranthera seubertiana</i> Solms	1		1	auto			1			1
Pontederiaceae	<i>Heteranthera zosterifolia</i> Mart.	1		LC	auto			1			1
Pontederiaceae	<i>Hydrothrix gardneri</i> Hook.f.	1			não encontrada			1			1
Portulacaceae	<i>Portulaca halimoides</i> L.	1		LC	1	1		1			1
Portulacaceae	<i>Portulaca mucronata</i> Link. <i>Ardisia guianensis</i> (Aubl.)	1		1	1			1			1
Primulaceae	<i>Mez</i>	1		1	zoo	1					1
Primulaceae	<i>Clavija nutans</i> (Vell.) B.Stühl	1		1	zoo	1	1				1
Primulaceae	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U. Manns & Anderb.	1		1	auto				1		1

Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1	1		1	zoo	1						1
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1	1		1	zoo	1						1
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1			1	zoo	1						1
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	1		1	anemo			1				1
Rhamnaceae	<i>Gouania latifolia</i> Reissek			1	1	anemo	1		1				1
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	1			1	não encontrada					1		1
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	1			1	zoo	1	1	1		1	1	1
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	1			1	zoo			1				1
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	1			1	zoo	1						1
Rosaceae	<i>Rubus brasiliensis</i> Mart.		1		1	zoo					1		1
Rubiaceae	<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	1	1		LC 1	auto					1		1
Rubiaceae	<i>Borreria dasycephala</i> (Cham. & Schltl.) Bacigalupo & E.L.Cabral		1	1	1	auto						1	1
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.		1		1	zoo		1		1		1	1
Rubiaceae	<i>Chomelia estrellana</i> Müll.Arg.	1	1		1	zoo			1				1
Rubiaceae	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltl.	1	1		1	zoo	1						1
Rubiaceae	<i>Chomelia occidentalis</i> Müll.Arg.	1	1		1	zoo			1				1
Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.			1	1	zoo					1		1
Rubiaceae	<i>Cordia myrciifolia</i> (K.Schum.) C.H.Perss. & Delprete		1		1	zoo		1	1		1	1	1
Rubiaceae	<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	1	1		LC 1	zoo			1	1			1
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	1	1		1	anemo	1						1
Rubiaceae	<i>Deppea blumenaviensis</i> (K.Schum.) Lorence		1		1	não encontrada					1		1
Rubiaceae	<i>Faramea nigrescens</i> Mart.	1	1		1	zoo				1			1
Rubiaceae	<i>Galium noxium</i> (A.St.-Hil.) Dempster			1	1	epizoo					1		1
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	1	1		LC 1	zoo			1				1
Rubiaceae	<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll.Arg.	1	1		1	zoo			1				1

Rubiaceae	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	1	1	1	zoo	1	1	1	1	1	1
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	1	1	1	zoo		1				1
Rubiaceae	<i>Hillia illustris</i> (Vell.) K.Schum.	1	1	1	auto					1	1
Rubiaceae	<i>Hoffmannia peckii</i> K.Schum.		1	1	não encontrada				1	1	1
Rubiaceae	<i>Ixora venulosa</i> Benth.	1	1	1	zoo				1	1	1
Rubiaceae	<i>Manettia cordifolia</i> Mart.			1	anemo				1	1	1
Rubiaceae	<i>Manettia gracilis</i> Cham. & Schtdl.			1	anemo				1	1	1
Rubiaceae	<i>Manettia paraguayensis</i> Chodat			1	anemo				1	1	1
Rubiaceae	<i>Margaritopsis cephalantha</i> (Müll.Arg.) C.M.Taylor		1	1	não encontrada	1					1
Rubiaceae	<i>Palicourea brevicollis</i> (Müll.Arg.) C.M.Taylor	1	1	1	zoo	1					1
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	1	1	1	zoo	1	1	1	1	1	1
Rubiaceae	<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.		1	1	zoo				1		1
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	1			zoo	1	1	1	1	1	1
Rubiaceae	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	1	1	1	zoo					1	1
Rubiaceae	<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.		1	1	zoo					1	1
Rubiaceae	<i>Rudgea recurva</i> Müll.Arg.	1	1	1	zoo	1					1
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schtdl.) K.Schum.		1	1	zoo		1		1		1
Rutaceae	<i>Conchocarpus pentandrus</i> (A. St.-Hil.) Kallunki & Pirani		1	1	auto	1		1			1
Rutaceae	<i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.- Hil.) Engl.	1		1	auto	1					1
Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	1		1	auto	1					1
Rutaceae	<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A.St.- Hil.	1		1	auto	1					1
Rutaceae	<i>Pilocarpus spicatus</i> A.St.- Hil.	1	1	1	auto	1	1	1			1
Rutaceae	<i>Pilocarpus sulcatus</i> Skorupa	1	1	1	auto		1				1
Rutaceae	<i>Pilocarpus trachylophus</i> Holmes	1	1	EN 1	auto				1		1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum monogynum</i> A.St.-Hil.	1		1	zoo	1		1			1





Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum warmingianum</i> Rohrb.			1	EN	1	auto	1	1			1
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	1	1			1	auto	1				1
Urticaceae	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.		1	1		1	auto				1	1
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	1				1	zoo				1	1
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1				1	zoo	1				1
Urticaceae	<i>Cecropia saxatilis</i> Snethl.	1				1	zoo			1		1
Urticaceae	<i>Hemistylus brasiliensis</i> Wedd.		1			1	auto	1	1	1		1
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> G.Forst.			1		1	não encontrada				1	1
Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.			1		1	auto	1			1	1
Urticaceae	<i>Pilea pubescens</i> Liebm.			1		1	auto				1	1
Urticaceae	<i>Pilea rhizobola</i> Miq. <i>Pouzolzia laevis</i> (Wedd.) Wedd.	1	1	1		DD	1	auto			1	1
Urticaceae	<i>Urera aurantiaca</i> Wedd.		1			1	não encontrada			1		1
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	1		1		1	zoo	1		1		1
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	1		1		1	zoo				1	1
Urticaceae	<i>Urera nitida</i> (Vell.) P.Brack		1	1		LC	1	zoo			1	1
Velloziaceae	<i>Vellozia plicata</i> Mart. <i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	1		1		1	1	auto		1		1
Verbenaceae	<i>Casselia chamaedryfolia</i> Cham.		1			1	auto		1			1
Verbenaceae	<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	1				1	zoo				1	1
Verbenaceae	<i>Glandularia lobata</i> (Vell.) P.Peralta & Thode						auto				1	1
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.			1		1	zoo	1				1
Verbenaceae	<i>Lantana montevidensis</i> (Spreng.) Briq.		1	1		1	zoo				1	1
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.	1		1		1	anemo	1				1
Verbenaceae	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers. <i>Stachytarpheta trispicata</i> Nees & Mart.		1			1	não encontrada			1		1
Verbenaceae	<i>Pombalia atropurpurea</i> (A.St.-Hil.) Paula-Souza			1		1	auto			1		1

Violaceae	<i>Pombalia bigibbosa</i> (A. St. Hil.) Paula-Souza	1	1		1	auto		1	1		1	1	1
Vitaceae	<i>Cissus bahiensis</i> Lombardi			1	1	zoo			1	1			1
Vitaceae	<i>Cissus blanchetiana</i> Planch.			1	LC	1	zoo	1					1
Vitaceae	<i>Cissus campestris</i> (Baker) Planch.	1		1		1	zoo				1		1
Vitaceae	<i>Cissus decidua</i> Lombardi			1		1	zoo	1		1			1
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> Rich.			1		1	zoo			1			1
Vitaceae	<i>Cissus serroniana</i> (Glaz.) Lombardi			1	NT	1	zoo	1					1
Vitaceae	<i>Cissus subrhomboidea</i> (Baker) Planch.			1		1	zoo			1	1		1
Vitaceae	<i>Cissus sulcicaulis</i> (Baker) Planch.			1		1	zoo	1	1	1			1
Vitaceae	<i>Cissus tinctoria</i> Mart.			1		1	zoo				1		1
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis			1		1	zoo	1	1	1	1	1	1
Vitaceae	<i>Clematicissus simsiana</i> (Schult. & Schult.f.) Lombardi			1		1	zoo	1		1	1		1
Vochysiaceae	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	1				1	anemo				1		1
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	1	1			1	anemo			1	1		1
Zingiberaceae	<i>Renealmia petasites</i> Gagnep.			1	LC	1	zoo				1		1
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	1			EN	1	zoo					1	1
Anemiaceae	<i>Anemia collina</i> Raddi		1			1	1	-		1			1
Anemiaceae	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.		1			1	1	-	1		1	1	1
Anemiaceae	<i>Anemia smithii</i> Brade		1			1		-		1			1
Aspleniaceae	<i>Asplenium abscissum</i> Willd.		1			1	1	-		1			1
Aspleniaceae	<i>Asplenium alatum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		1			1	1	-			1	1	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium auritum</i> Sw.		1			1	1	1	-	1		1	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium balansae</i> (Baker) Sylvestre		1			1	1	-		1			1
Aspleniaceae	<i>Asplenium brasiliense</i> Sw. <i>Asplenium clausenii</i>		1			1		-			1		1
Aspleniaceae	Hieron.		1			1	1	-				1	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium cristatum</i> Lam.		1			1	1	-	1		1		1
Aspleniaceae	<i>Asplenium dimidiatum</i> Sw.		1			1		-	1	1			1
Aspleniaceae	<i>Asplenium formosum</i> Willd.		1			1	1	-	1	1		1	1

Aspleniaceae	<i>Asplenium kunzeanum</i> Klotzsch ex Rosenst.	1	1	-	1	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium otites</i> Link	1	1	1	-	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium radicans</i> L.	1	1	-	1	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium regulare</i> Sw. <i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	1	1	1	-	1
Aspleniaceae	<i>Hymenasplenium triquetrum</i> (N. Murak. & R.C. Moran) L. Regalado & Prada <i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston	1	1	-	1	1
Athyriaceae		1	1	1	-	1
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	1	1	1	-	1
Cyatheaceae	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf. <i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon subsp. arachnoideum	1	1	-	1	1
Dennstaedtiaceae	<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J.Sm.	1	1	-	1	1
Didymochlaenaceae	<i>Ctenitis aspidioides</i> (C.Presl) Copel.	1	1	-	1	1
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis laetevirens</i> (Rosenst.) Salino & Morais	1	1	-	1	1
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis nervata</i> (Fée) R.S. Viveros & Salino	1	-	1	1	1
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis paranaensis</i> (C.Chr.) Lellinger	1	1	-	1	1
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum glaziovii</i> (Fée) Brade	1	1	1	-	1
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett. ex Kuhn) Hieron. <i>Megalastrum connexum</i> (Kaulf.) A.R.Sm. & R.C.Moran	1	1	1	1	1
Dryopteridaceae	<i>Crepidomanes pyxidiferum</i> (L.) Dubuisson & Ebihara <i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	1	1	1	-	1
Hymenophyllaceae	<i>Nephrolepis pendula</i> (Raddi) J.Sm.	1	1	1	-	1
Lomariopsidaceae	<i>Phlegmariurus heterocarpon</i> (Fée) B.Øllg.	1	1	-	1	1

Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	1	1	1	-		1	1		1
Marattiaceae	<i>Danaea geniculata</i> Raddi	1		1	-				1	1
Ophioglossaceae	<i>Cheiroglossa palmata</i> (L.) C.Presl	1		1	1	1	não encontrada		1	1
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	1			1	-		1		1
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum lapathifolium</i> (Poir.) Ching	1				-			1	1
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	1		1	1	-			1	1
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum rigidum</i> Sm.	1			1	-	1			1
Polypodiaceae	<i>Microgramma lindbergii</i> (Mett.) de la Sota	1			1	-	1	1		1
Polypodiaceae	<i>Microgramma percussa</i> (Cav.) de la Sota	1			1	-			1	1
Polypodiaceae	<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	1			1	-			1	1
Polypodiaceae	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	1			1	1	-		1	1
Polypodiaceae	<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	1		LC		1	-	1		1
Polypodiaceae	<i>Phlebodium decumanum</i> (Willd.) J.Sm.	1			1	-			1	1
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	1		1	1	1	-		1	1
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	1			1	-	1	1	1	1
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	1			1	-	1		1	1
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	1			1	1	-		1	1
Psilotaceae	<i>Psilotum nudum</i> (L.) P.Beauv.	1		1	1	1	não encontrada	1		1
Pteridaceae	<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (Sw.) Fée	1		1	1	1	-	1	1	1
Pteridaceae	<i>Adiantopsis perfasciculata</i> Sehnem	1		1		-	1		1	1
Pteridaceae	<i>Adiantopsis regularis</i> (Mett.) T.Moore	1		1		-	1			1
Pteridaceae	<i>Adiantum abscissum</i> Schrad.	1		1		-			1	1
Pteridaceae	<i>Adiantum calcareum</i> Gardner	1			1	-	1	1	1	1

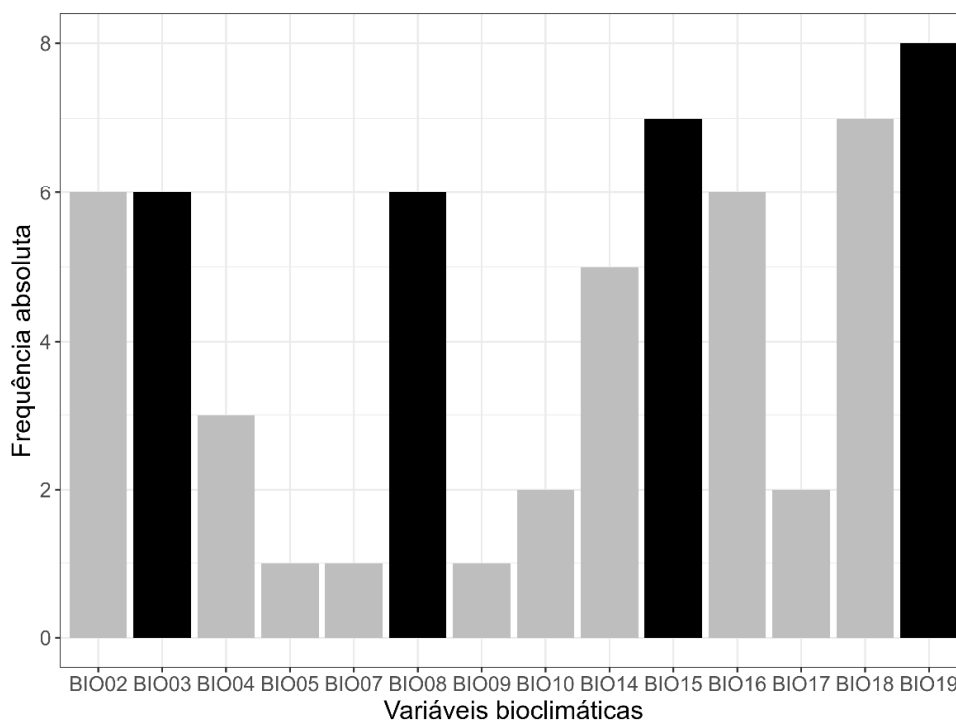




1  
2  
3  
4  
5  
6

## ANEXO B

**Figura S1.** Frequência com que cada variável teve correlação menor que  $r < 0,6$  dentro todos os oito AOGCMs.



7  
8  
9  
10

**Tabela S1.** Média e desvio padrão de AUC dos modelos gerados por espécie, por algoritmo.

<b>Espécie/Algoritmo</b>	<b>Média AUC</b>	<b>SD AUC</b>
<b><i>Adiantum lorentzii</i></b>		
bioclim	0.861	0.057
gower	0.844	0.072
maxent	0.902	0.048
randomforest	0.915	0.044
svm	0.916	0.046
<b><i>Aralia warmingiana</i></b>		
bioclim	0.778	0.115
gower	0.85	0.108
maxent	0.798	0.144
randomforest	0.819	0.138
svm	0.854	0.118
<b><i>Begonia reniformis</i></b>		
bioclim	0.85	0.066

gower	0.848	0.067
maxent	0.866	0.068
randomforest	0.904	0.045
svm	0.908	0.052
<b><i>Bomarea edulis</i></b>		
bioclim	0.69	0.054
gower	0.656	0.057
maxent	0.732	0.058
randomforest	0.765	0.036
svm	0.77	0.04
<b><i>Brasiliopuntia brasiliensis</i></b>		
bioclim	0.784	0.08
gower	0.757	0.093
maxent	0.809	0.07
randomforest	0.853	0.052
svm	0.83	0.059
<b><i>Cavanillesia umbellata</i></b>		
bioclim	0.688	0.124
gower	0.691	0.124
maxent	0.712	0.118
randomforest	0.809	0.082
svm	0.81	0.099
<b><i>Cecropia saxatilis</i></b>		
bioclim	0.838	0.097
gower	0.931	0.07
maxent	0.924	0.079
randomforest	0.952	0.05
svm	0.954	0.052
<b><i>Ceiba pubiflora</i></b>		
bioclim	0.789	0.091
gower	0.814	0.08
maxent	0.822	0.083
randomforest	0.853	0.068
svm	0.848	0.075
<b><i>Cereus jamacaru</i></b>		
bioclim	0.855	0.067
gower	0.841	0.069
maxent	0.896	0.057
randomforest	0.928	0.04
svm	0.912	0.047
<b><i>Ficus calyptroceras</i></b>		
bioclim	0.767	0.091
gower	0.805	0.093
maxent	0.822	0.077
randomforest	0.823	0.083
svm	0.831	0.084

***Phyllanthus acuminatus***

bioclim	0.63	0.112
gower	0.604	0.107
maxent	0.772	0.05
randomforest	0.803	0.037
svm	0.785	0.055

***Phytolacca dioica***

bioclim	0.774	0.056
gower	0.748	0.057
maxent	0.857	0.054
randomforest	0.881	0.047
svm	0.875	0.042

***Sinningia warmingii***

bioclim	0.695	0.158
gower	0.659	0.151
maxent	0.839	0.11
randomforest	0.89	0.099
svm	0.859	0.095

***Solanum gardneri***

bioclim	0.811	0.085
gower	0.798	0.103
maxent	0.838	0.085
randomforest	0.884	0.065
svm	0.894	0.06

***Solanum oocarpum***

bioclim	0.692	0.141
gower	0.774	0.153
maxent	0.745	0.17
randomforest	0.798	0.136
svm	0.807	0.131

***Spathicarpa gardneri***

bioclim	0.714	0.155
gower	0.803	0.136
maxent	0.881	0.12
randomforest	0.907	0.099
svm	0.892	0.096

***Trichilia catigua***

bioclim	0.802	0.053
gower	0.792	0.057
maxent	0.831	0.049
randomforest	0.84	0.041
svm	0.842	0.038

***Trichilia elegans***

bioclim	0.695	0.05
gower	0.682	0.048
maxent	0.778	0.051

randomforest	0.812	0.038
svm	0.798	0.044
<b><i>Urera baccifera</i></b>		
bioclim	0.616	0.072
gower	0.57	0.061
maxent	0.737	0.037
randomforest	0.751	0.03
svm	0.757	0.033
<b><i>Vasconcellea quercifolia</i></b>		
bioclim	0.806	0.068
gower	0.791	0.066
maxent	0.84	0.07
randomforest	0.849	0.064
svm	0.855	0.059

- 11 **Tabela S2.** Séries temporais com valores de ADP (amplitude de distribuição potencial) (área em km<sup>2</sup>) das espécies estudadas  
 12 obtidos a partir dos mapas de consenso gerados para períodos de mil em mil anos, entre 21 mil (21kyr) anos atrás até as  
 13 condições atuais (0kyr).  
 14

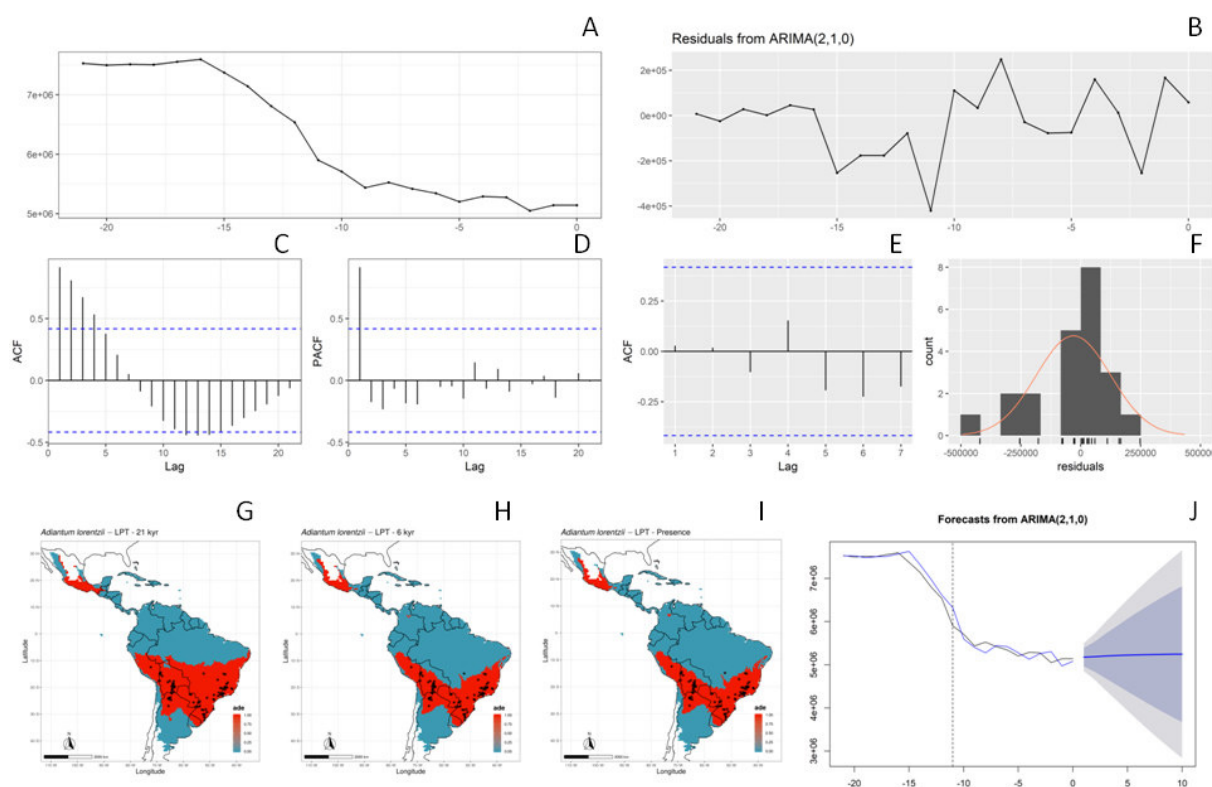
<b>Espécie</b>	<b>21kyr</b>	<b>20kyr</b>	<b>19kyr</b>	<b>18kyr</b>	<b>17kyr</b>	<b>16kyr</b>	<b>15kyr</b>	<b>14kyr</b>	<b>13kyr</b>	<b>12kyr</b>	<b>11kyr</b>
<i>Adiantum lorentzii</i>	1.30E+06	1.20E+06	1.30E+06	1.20E+06	1.40E+06	1.50E+06	2.00E+06	2.50E+06	2.90E+06	3.10E+06	3.10E+06
<i>Aralia warmingiana</i>	1.60E+06	1.30E+06	1.40E+06	1.20E+06	1.70E+06	2.00E+06	2.80E+06	3.40E+06	3.90E+06	4.10E+06	4.30E+06
<i>Begonia reniformis</i>	1.70E+05	1.40E+05	1.60E+05	1.30E+05	1.90E+05	2.50E+05	9.00E+05	1.70E+06	2.60E+06	2.80E+06	2.70E+06
<i>Bomarea edulis</i>	2.20E+05	1.70E+05	1.80E+05	1.60E+05	2.40E+05	3.30E+05	8.00E+05	1.20E+06	1.60E+06	2.10E+06	2.40E+06
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	4.10E+04	8.90E+03	2.10E+04	8.90E+03	4.70E+04	7.90E+04	3.00E+05	9.00E+05	1.50E+06	1.80E+06	2.20E+06
<i>Cavanillesia umbellata</i>	7.50E+06	7.50E+06	7.50E+06	7.50E+06	7.60E+06	7.60E+06	7.40E+06	7.10E+06	6.80E+06	6.50E+06	5.90E+06
<i>Cecropia saxatilis</i>	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.70E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.50E+07
<i>Ceiba pubiflora</i>	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.30E+07	1.20E+07	1.20E+07	9.50E+06
<i>Cereus jamacaru</i>	1.10E+07	1.00E+07	1.10E+07	1.00E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.00E+07	9.50E+06	8.90E+06	8.60E+06	7.70E+06
<i>Ficus calyptroceras</i>	8.80E+06	8.80E+06	8.80E+06	8.70E+06	8.90E+06	8.90E+06	8.70E+06	8.50E+06	8.10E+06	7.80E+06	7.10E+06
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.30E+07	1.20E+07	1.20E+07	1.10E+07
<i>Phytolacca dioica</i>	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.20E+07
<i>Sinningia warmingii</i>	8.40E+06	8.30E+06	8.30E+06	8.30E+06	8.50E+06	8.60E+06	8.40E+06	8.30E+06	8.10E+06	8.00E+06	7.40E+06
<i>Solanum gardneri</i>	3.60E+06	3.50E+06	3.50E+06	3.50E+06	3.60E+06	3.70E+06	3.80E+06	3.90E+06	3.90E+06	3.90E+06	3.90E+06
<i>Solanum oocarpum</i>	6.10E+06	5.90E+06	6.00E+06	5.80E+06	6.20E+06	6.40E+06	6.50E+06	6.80E+06	6.90E+06	6.90E+06	6.60E+06
<i>Spathicarpa gardneri</i>	6.30E+06	6.20E+06	6.20E+06	6.10E+06	6.30E+06	6.10E+06	6.00E+06	6.10E+06	6.20E+06	6.20E+06	6.40E+06
<i>Trichilia catigua</i>	8.50E+06	8.40E+06	8.40E+06	8.30E+06	8.50E+06	8.50E+06	8.70E+06	8.80E+06	9.00E+06	9.10E+06	9.30E+06
<i>Trichilia elegans</i>	6.60E+06	6.40E+06	6.40E+06	6.30E+06	6.70E+06	7.20E+06	7.80E+06	8.00E+06	8.00E+06	7.80E+06	6.10E+06
<i>Urera baccifera</i>	4.30E+06	4.10E+06	4.20E+06	4.10E+06	4.30E+06	4.40E+06	4.70E+06	4.70E+06	4.10E+06	3.70E+06	3.20E+06
<i>Vasconcellea quercifolia</i>	1.80E+06	1.50E+06	1.60E+06	1.50E+06	1.90E+06	2.20E+06	2.40E+06	2.30E+06	2.20E+06	2.20E+06	2.00E+06

<b>Espécie</b>	<b>10kyr</b>	<b>9kyr</b>	<b>8kyr</b>	<b>7kyr</b>	<b>6kyr</b>	<b>5kyr</b>	<b>4kyr</b>	<b>3kyr</b>	<b>2kyr</b>	<b>1kyr</b>	<b>0kyr</b>
<i>Adiantum lorentzii</i>	3.10E+06	3.00E+06	3.00E+06	3.00E+06	2.90E+06	2.90E+06	2.90E+06	2.90E+06	2.70E+06	2.80E+06	2.80E+06
<i>Aralia warmingiana</i>	4.30E+06	4.30E+06	4.30E+06	4.30E+06	4.30E+06	4.20E+06	4.20E+06	4.20E+06	4.20E+06	4.20E+06	4.20E+06
<i>Begonia reniformis</i>	2.70E+06	2.60E+06	2.60E+06	2.60E+06	2.50E+06	2.50E+06	2.50E+06	2.50E+06	2.40E+06	2.40E+06	2.40E+06
<i>Bomarea edulis</i>	2.40E+06	2.30E+06	2.30E+06	2.20E+06	2.20E+06	2.10E+06	2.10E+06	2.10E+06	1.90E+06	2.00E+06	2.00E+06
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	2.20E+06	2.10E+06	2.10E+06	2.10E+06	2.10E+06	2.00E+06	2.10E+06	2.10E+06	2.00E+06	2.00E+06	2.00E+06
<i>Cavanillesia umbellata</i>	5.70E+06	5.40E+06	5.50E+06	5.40E+06	5.30E+06	5.20E+06	5.30E+06	5.30E+06	5.10E+06	5.10E+06	5.10E+06
<i>Cecropia saxatilis</i>	1.50E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.40E+07	1.30E+07	1.40E+07	1.40E+07
<i>Ceiba pubiflora</i>	9.10E+06	8.50E+06	8.70E+06	8.50E+06	8.30E+06	8.10E+06	8.20E+06	8.20E+06	7.90E+06	8.00E+06	8.00E+06
<i>Cereus jamacaru</i>	7.50E+06	7.30E+06	7.40E+06	7.30E+06	7.30E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.20E+06
<i>Ficus calyptroceras</i>	7.00E+06	6.80E+06	6.90E+06	6.80E+06	6.70E+06	6.60E+06	6.70E+06	6.60E+06	6.50E+06	6.60E+06	6.60E+06
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	1.10E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.00E+07	1.00E+07	1.00E+07	1.00E+07	1.10E+07	1.00E+07	1.00E+07
<i>Phytolacca dioica</i>	1.10E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.00E+07	1.10E+07	1.10E+07	1.00E+07	1.00E+07	1.00E+07
<i>Sinningia warmingii</i>	7.30E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.20E+06	7.10E+06	7.10E+06	7.10E+06	7.10E+06	6.90E+06	7.00E+06	7.00E+06
<i>Solanum gardneri</i>	3.90E+06	3.80E+06	3.90E+06	3.80E+06	3.80E+06	3.80E+06	3.80E+06	3.80E+06	3.70E+06	3.80E+06	3.80E+06
<i>Solanum oocarpum</i>	6.60E+06	6.60E+06	6.60E+06	6.60E+06	6.60E+06	6.60E+06	6.60E+06	6.60E+06	6.50E+06	6.60E+06	6.60E+06
<i>Spathicarpa gardneri</i>	6.40E+06	6.40E+06	6.40E+06	6.40E+06	6.40E+06	6.50E+06	6.50E+06	6.50E+06	6.60E+06	6.50E+06	6.50E+06
<i>Trichilia catigua</i>	9.40E+06	9.40E+06	9.40E+06	9.40E+06	9.40E+06	9.40E+06	9.40E+06	9.40E+06	9.50E+06	9.40E+06	9.40E+06
<i>Trichilia elegans</i>	5.80E+06	5.20E+06	5.30E+06	5.10E+06	5.00E+06	4.80E+06	4.90E+06	4.90E+06	4.60E+06	4.70E+06	4.70E+06
<i>Urera baccifera</i>	3.20E+06	3.10E+06	3.10E+06	3.10E+06	3.00E+06	2.90E+06	2.90E+06	2.90E+06	2.70E+06	2.80E+06	2.80E+06
<i>Vasconcellea quercifolia</i>	2.00E+06	1.90E+06	1.90E+06	1.90E+06	1.80E+06	1.80E+06	1.80E+06	1.80E+06	1.70E+06	1.80E+06	1.80E+06

15

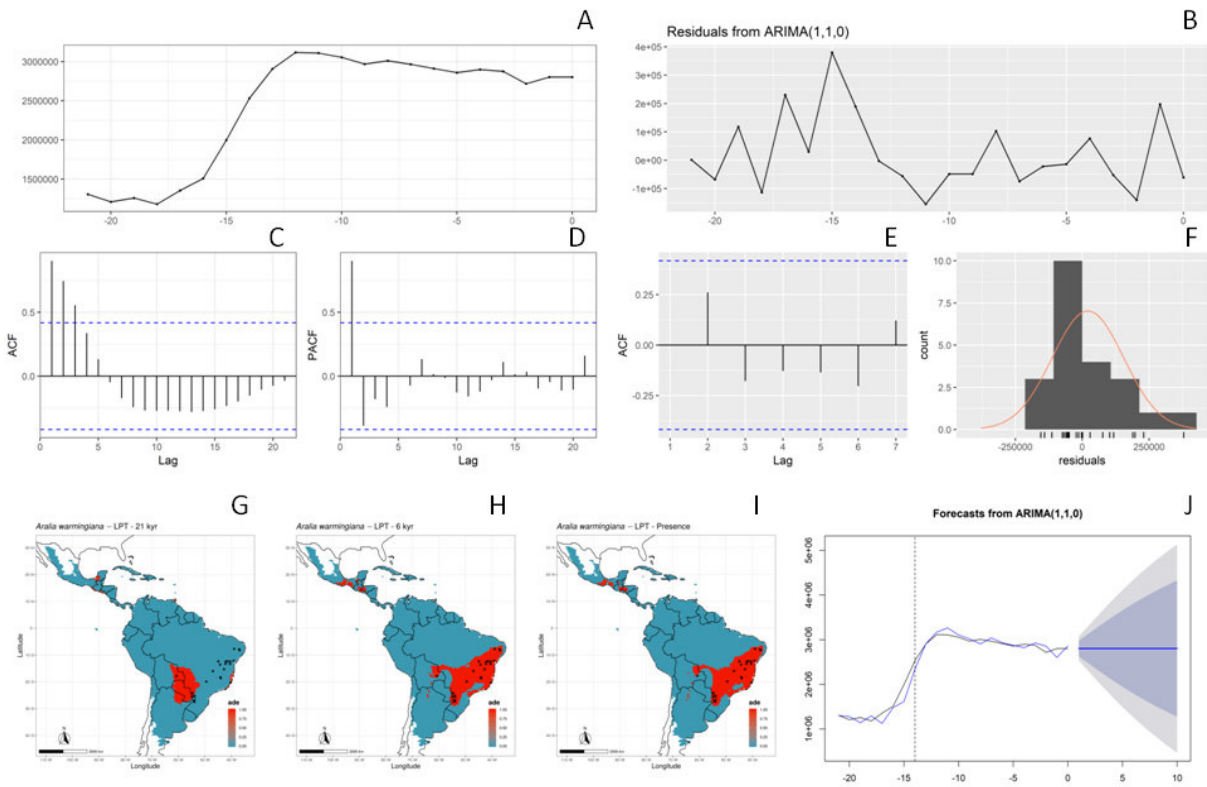
16

**Figura S2.** *Adiantum lorentzii* Hieron.

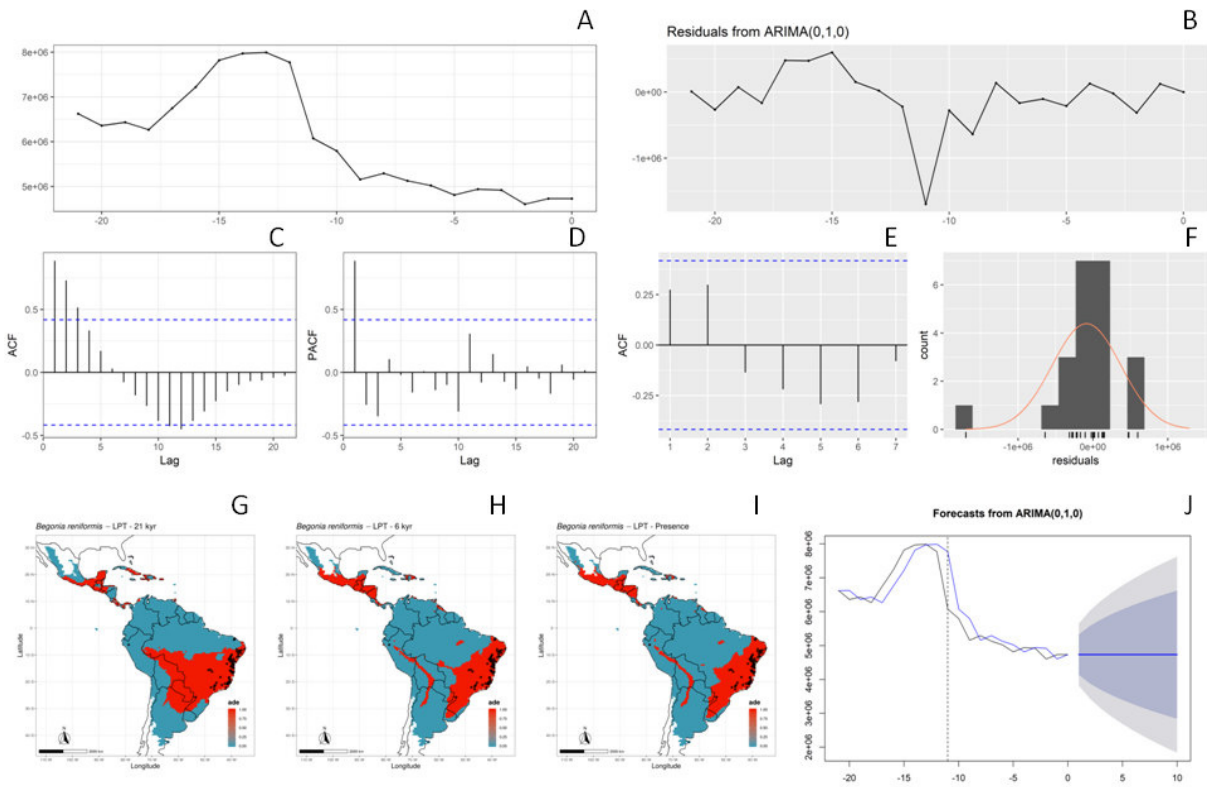


Série temporal (A, C, D), gráfico representativos do modelo ARIMA (B, E, F, J), mapas de consenso por período conforme LPT (G, H, I): A = gráfico representativos da série temporal, B = gráfico representativos dos resíduos do modelo ARIMA, C = gráfico da função de autocorrelação (ACF) dos valores de ADP, D = gráfico da função de autocorrelação parcial (PACF) dos valores de amplitude da distribuição (ADP), E = gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ARIMA (ACF), F = gráfico de distribuição normal dos resíduos do modelo ARIMA, G = mapa de consenso com ADP em vermelho conforme LPT 21 mil A.P, H = mapa de consenso com ADP em vermelho conforme LPT 6 mil A.P., I = mapa de consenso com ADP em vermelho conforme LPT condições climáticas atuais, J = Projeção do modelo ARIMA (linha azul = modelo suavizado; linha preta = valores de ADP da série temporal; linha tracejada horizontal = ponto de mudança na tendência central na série temporal).

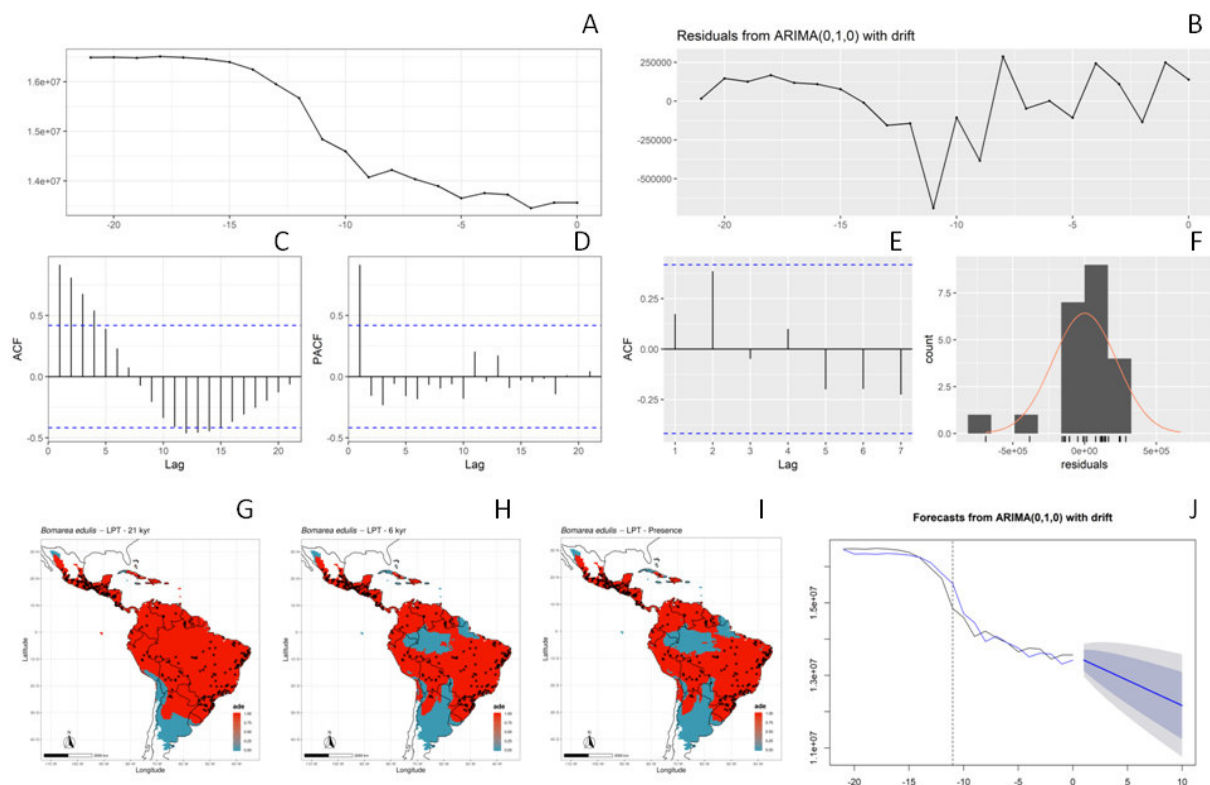
**Figura S3. *Aralia warmingiana* (Marchal) J.Wen (idem Figura S2).**



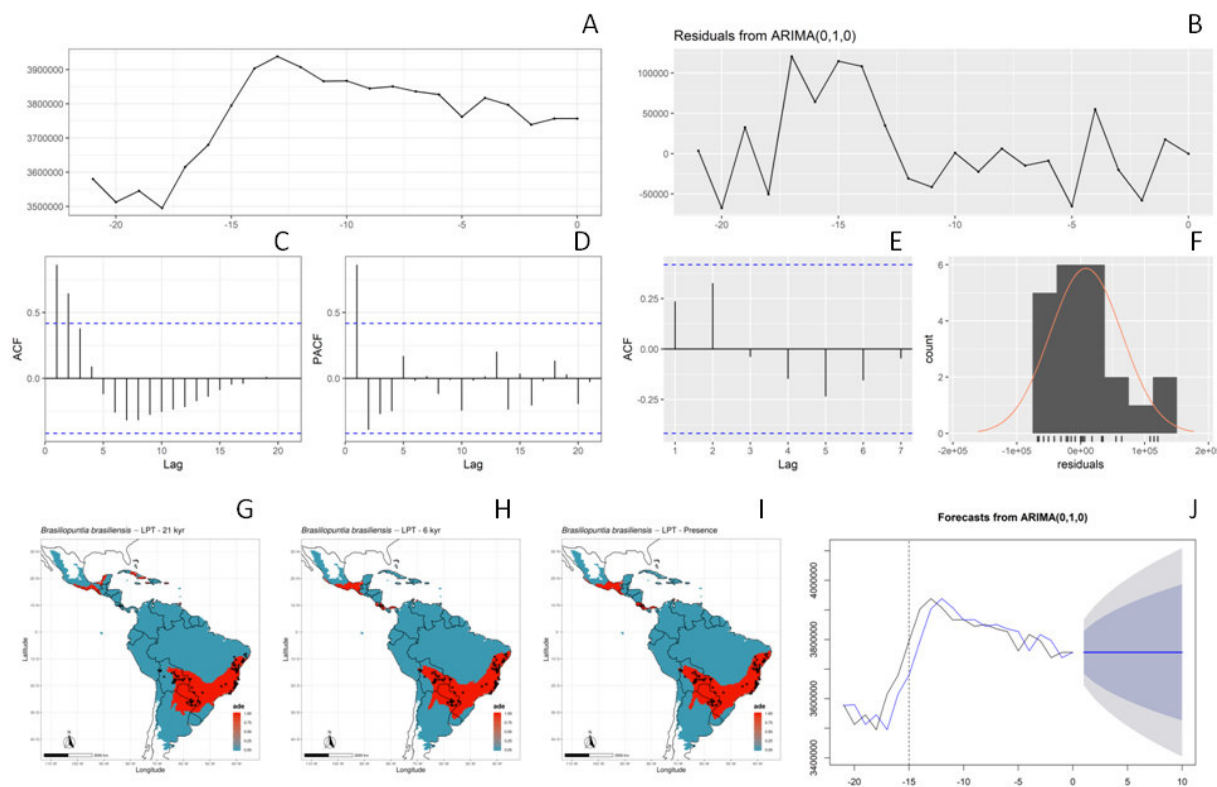
**Figura S4. *Begonia reniformis* Dryand. (idem Figura S2).**



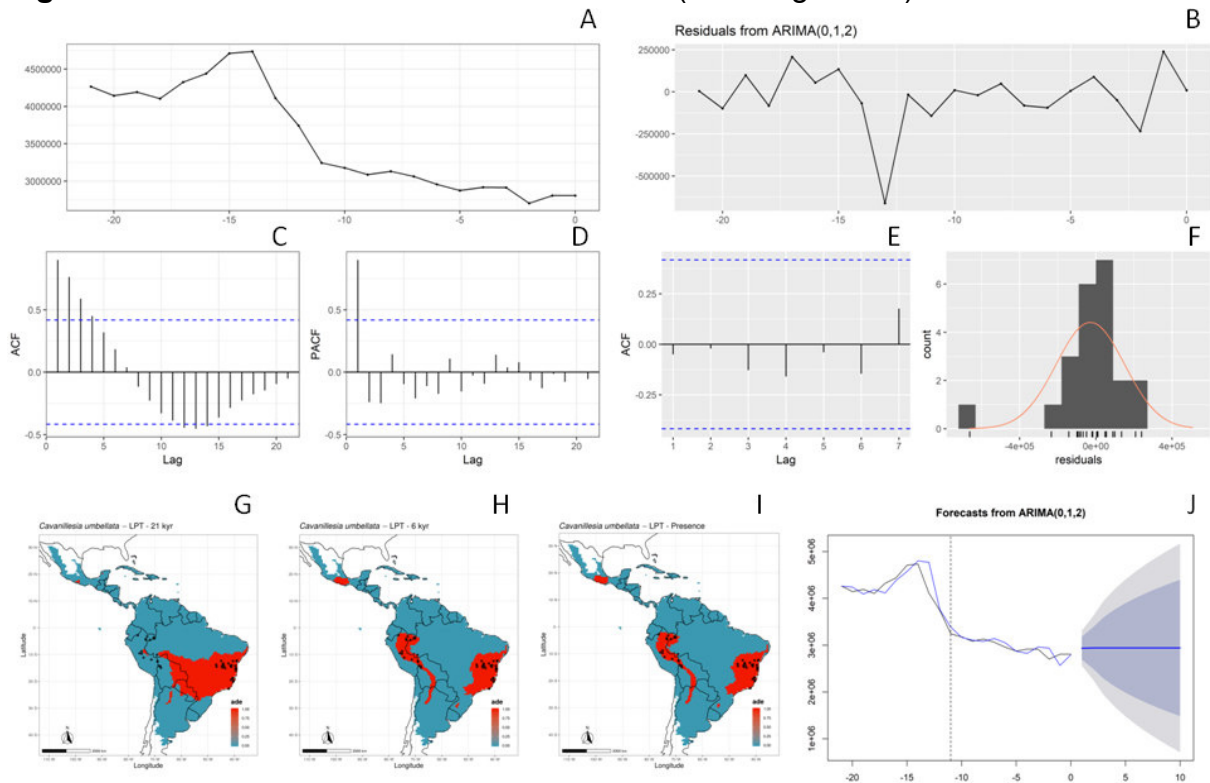
**Figura S5.** *Bomarea edulis*(Tussac) Herb. (idem Figura S2).



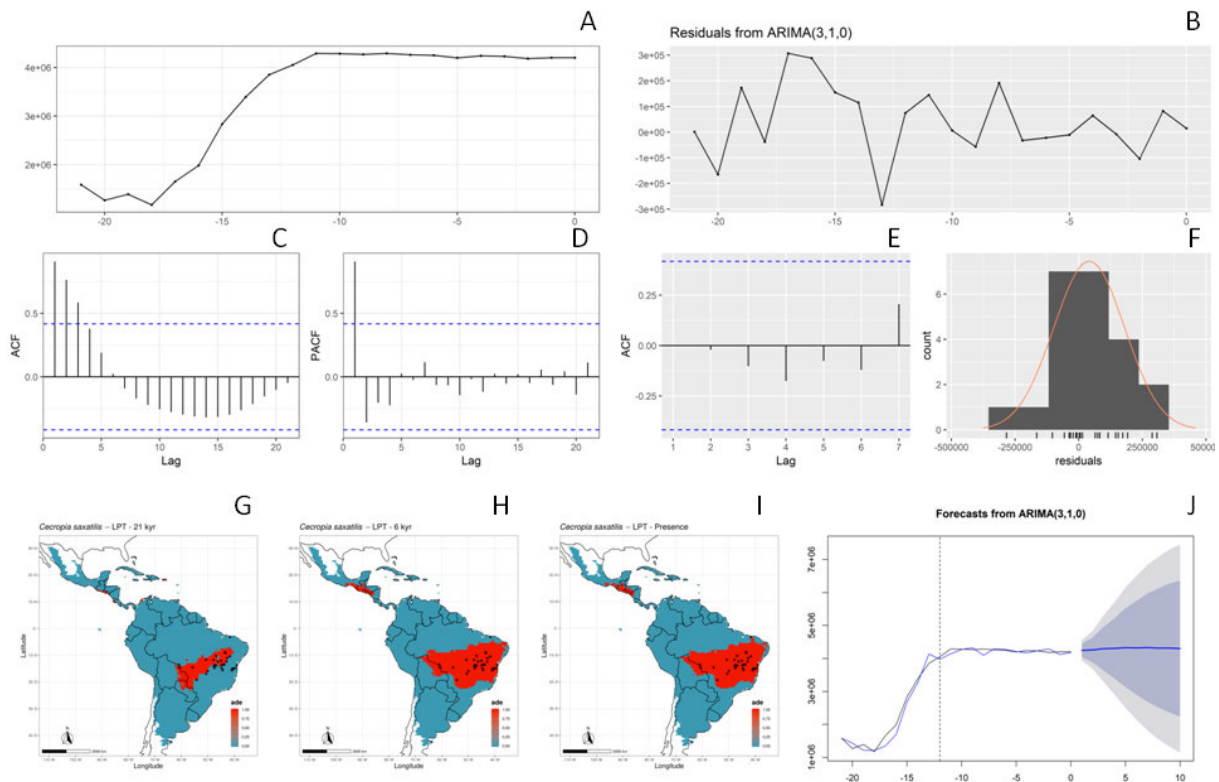
**Figura S6.** *Brasiliopuntia brasiliensis* (Willd.) A.Berger. (idem Figura S2).



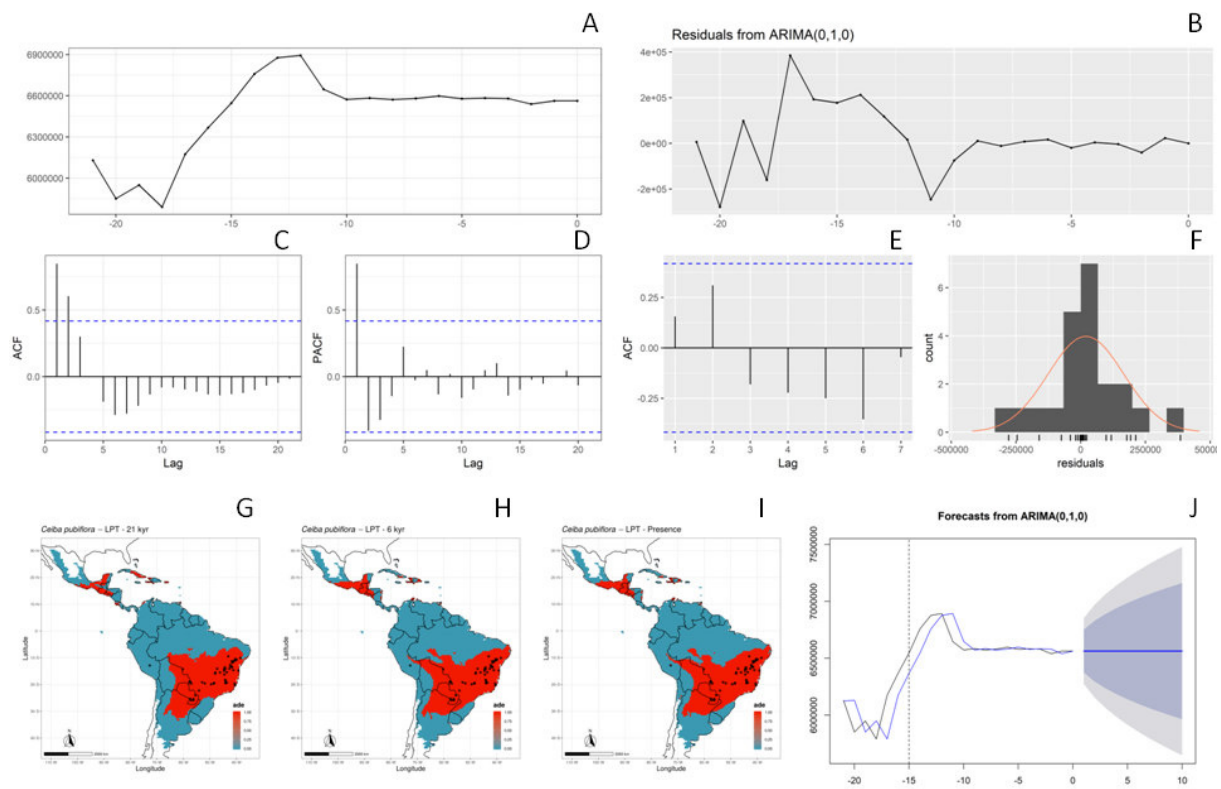
**Figura S7. *Cavanillesia umbellata* Ruiz & Pav. (idem Figura S2)**



**Figura S8. *Cecropia saxatilis* Snethl. (idem Figura S2).**



**Figura S9. *Ceiba pubiflora* (A.St.-Hil.) K.Schum. (idem Figura S2).**



**Figura S10. *Cereus jamacaru* DC. (idem Figura S2).**

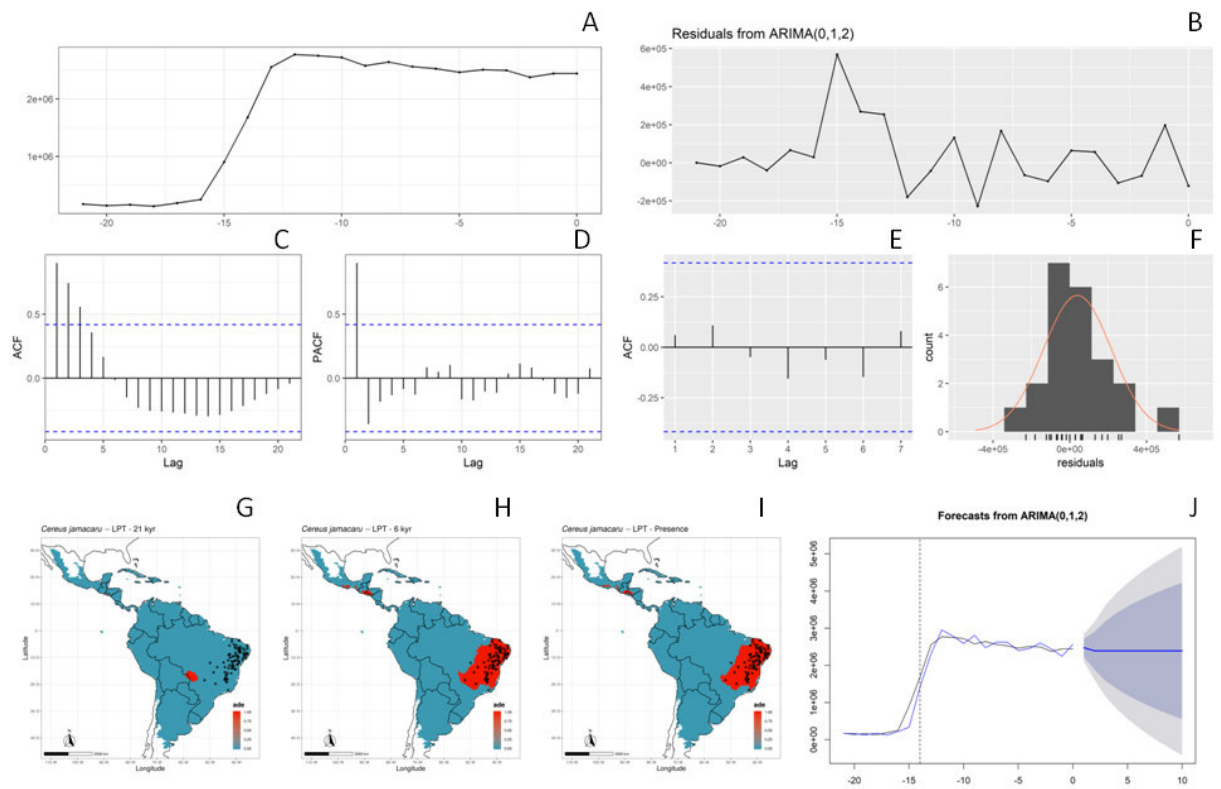


Figura S11. *Ficus calyptroceras* (Miq.) Miq. (idem Figura S2).

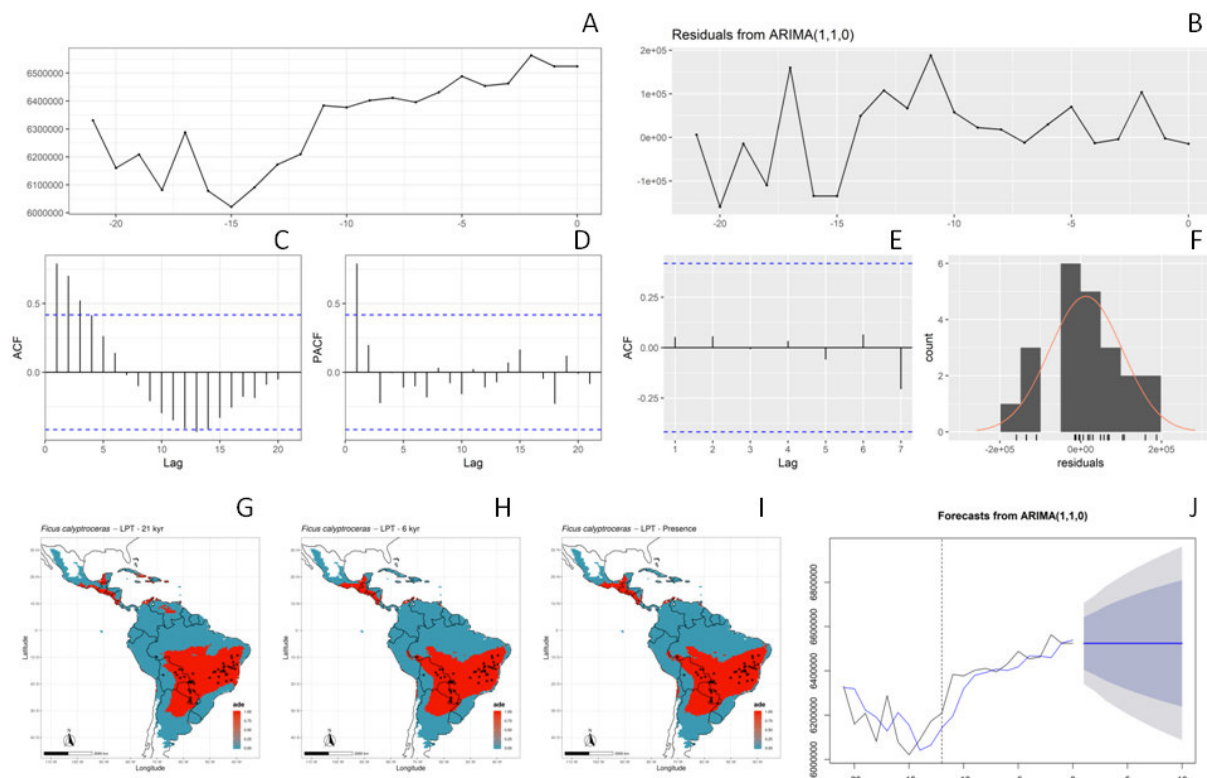
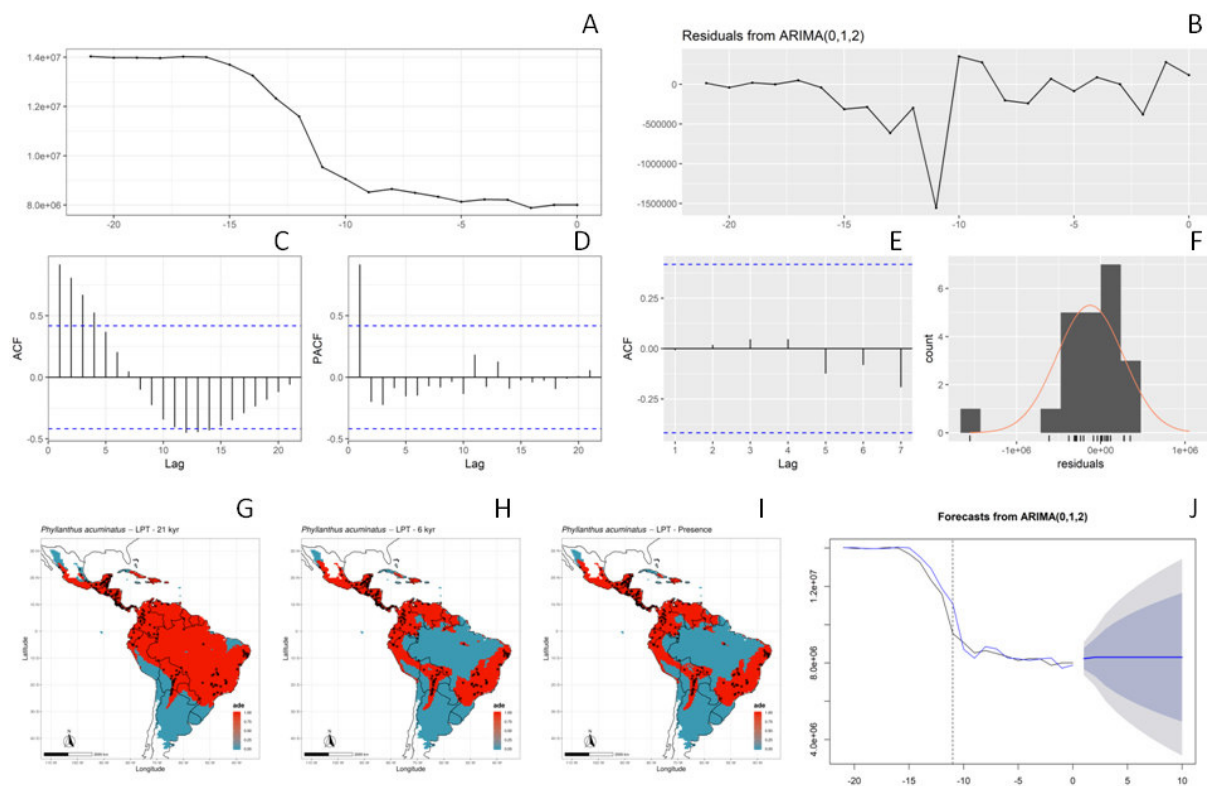
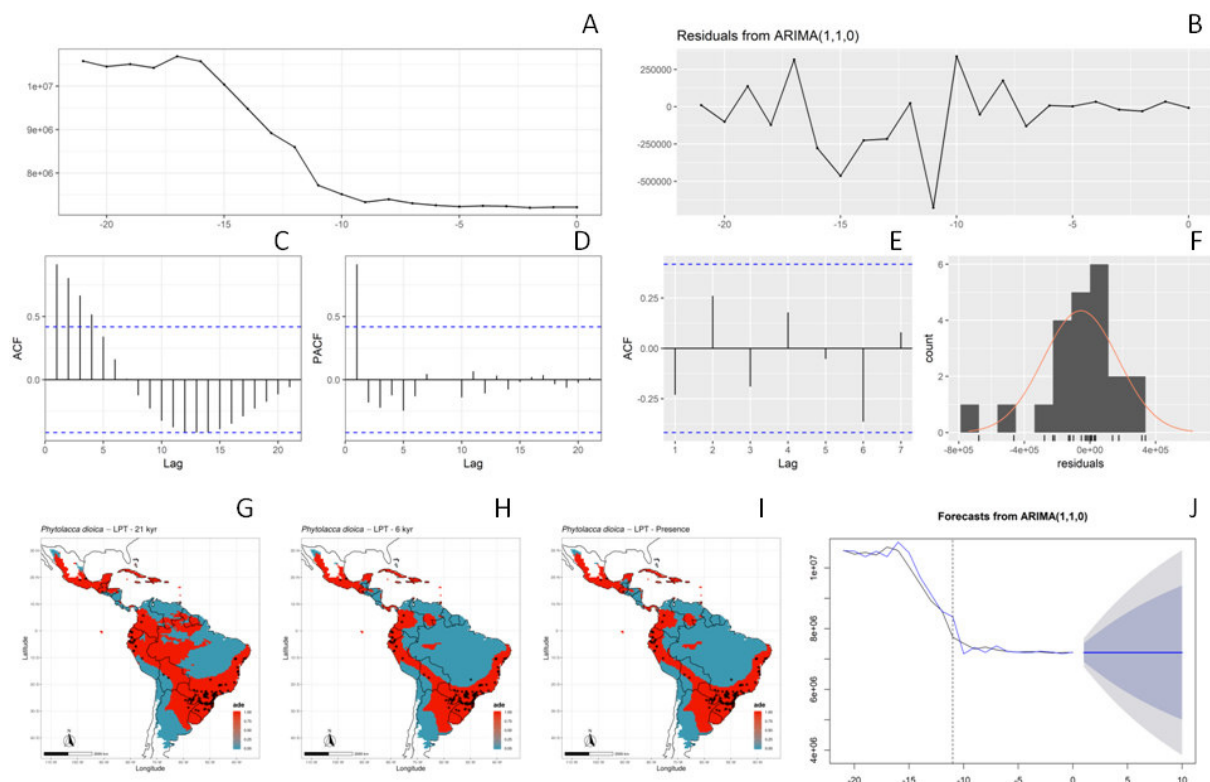


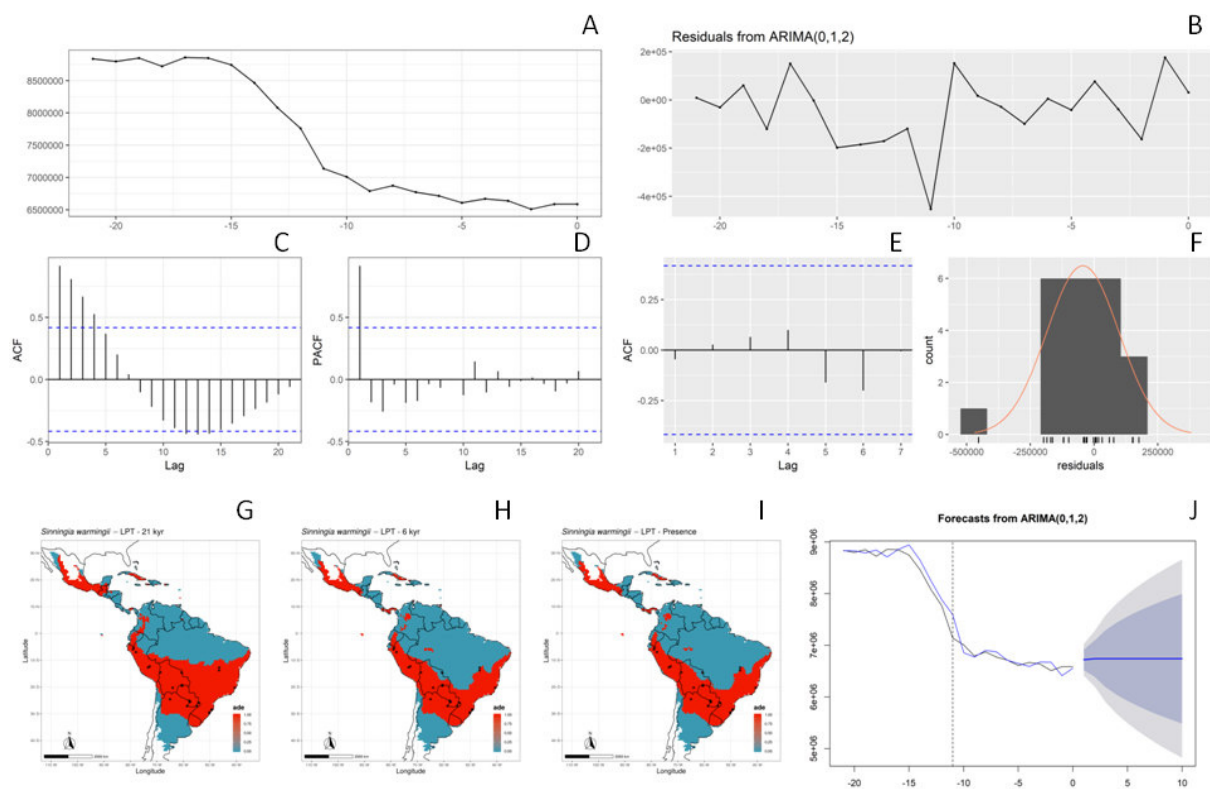
Figura S12. *Phyllanthus acuminatus* Vahl (idem Figura S2).



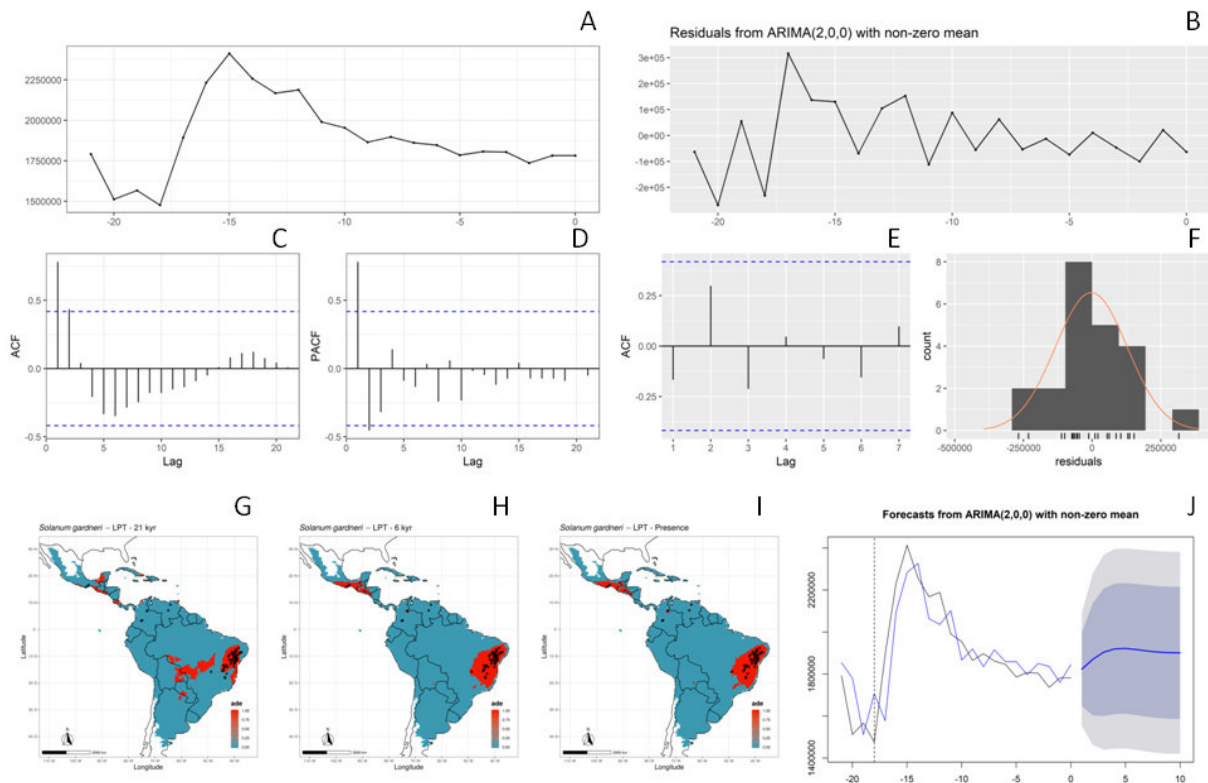
**Figura S13.** *Phytolacca dioica* L. (idem Figura S2).



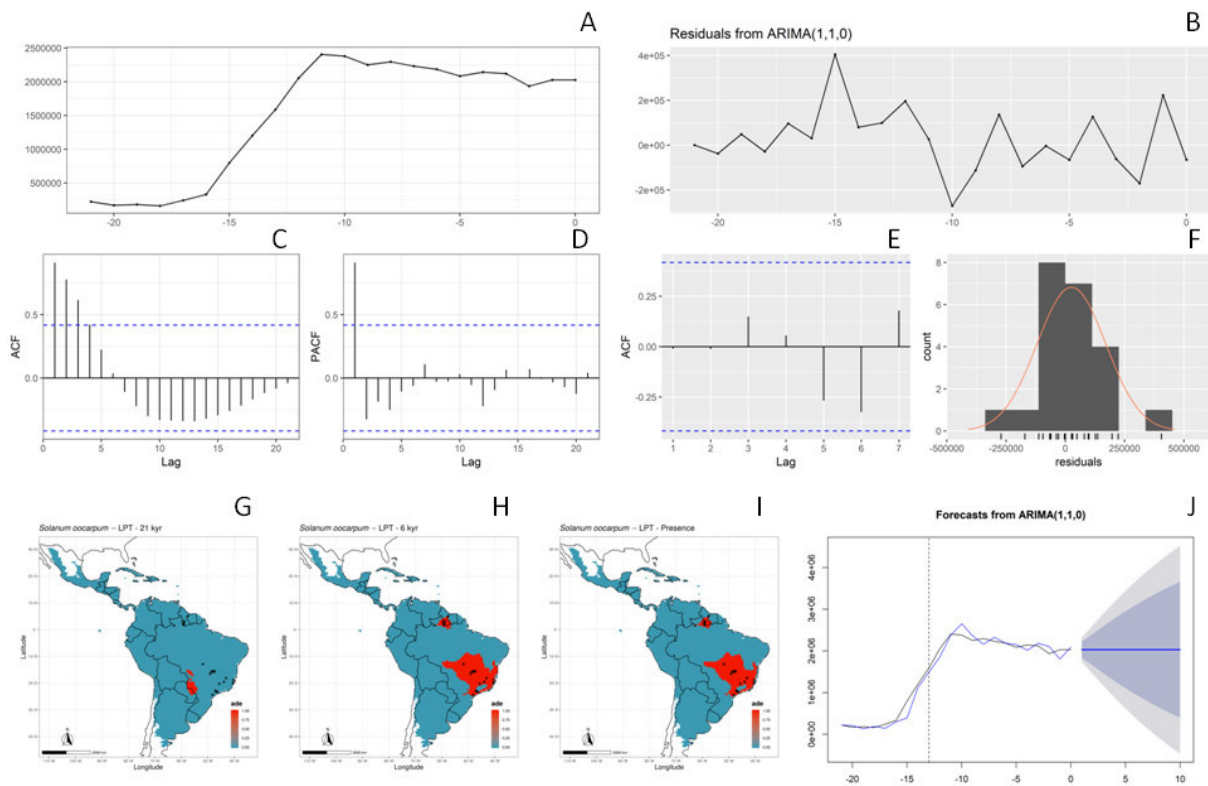
**Figura S14.** *Sinningia warmingii* (Hiern) Chautems (idem Figura S2).



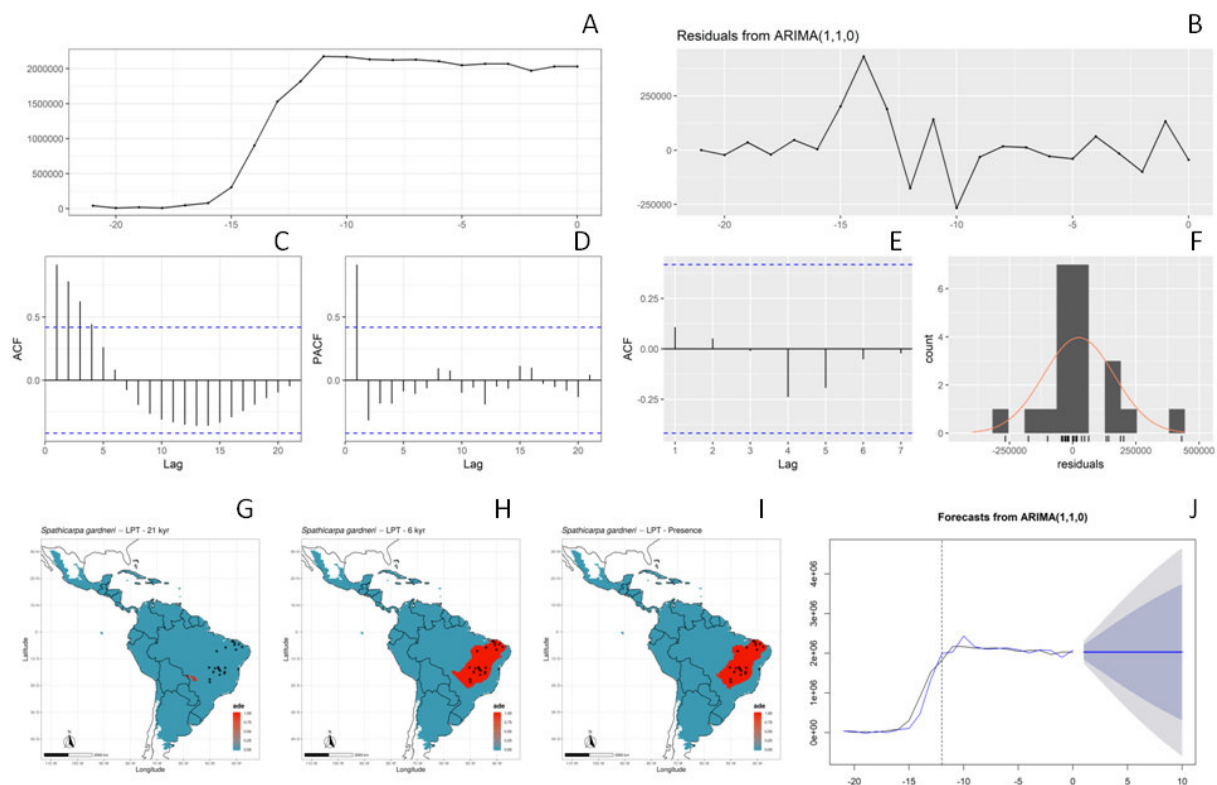
**Figura S15. *Solanum gardneri* Sendtn. (idem Figura S2).**



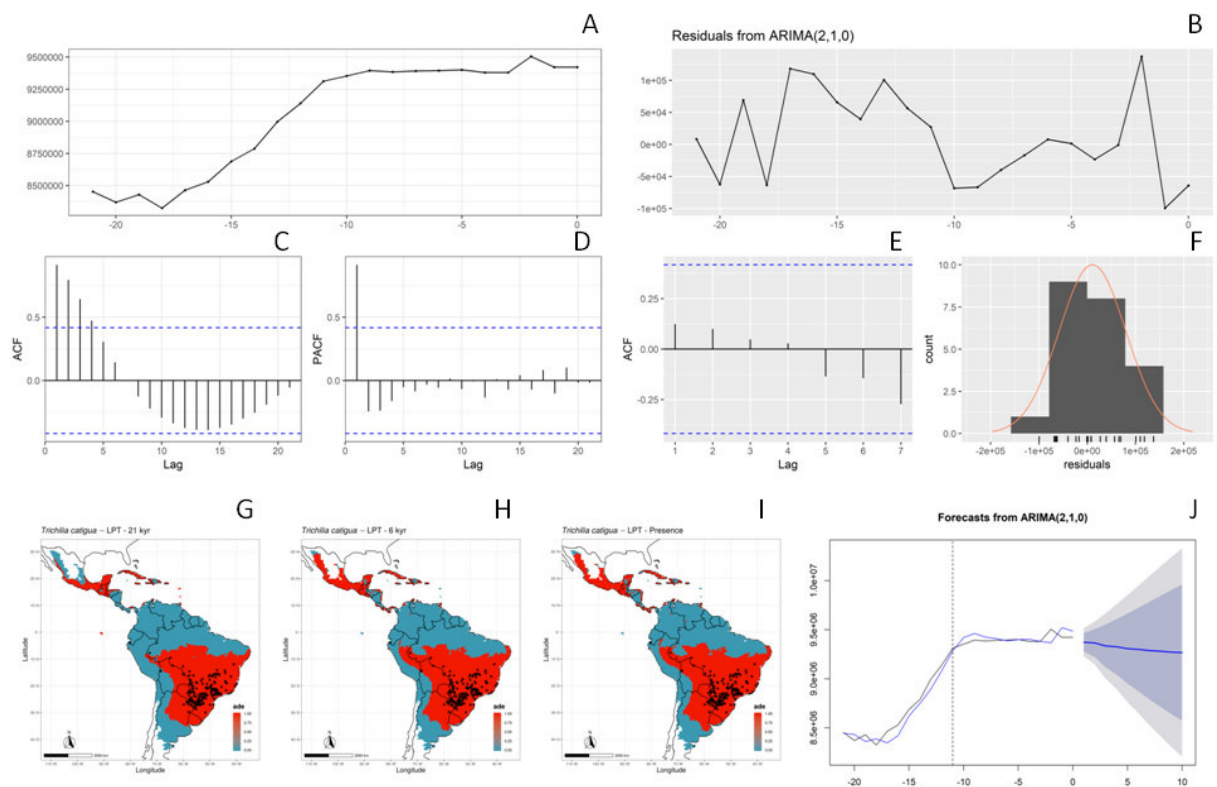
**Figura S16. *Solanum oocarpum* Sendtn. (idem Figura S2).**



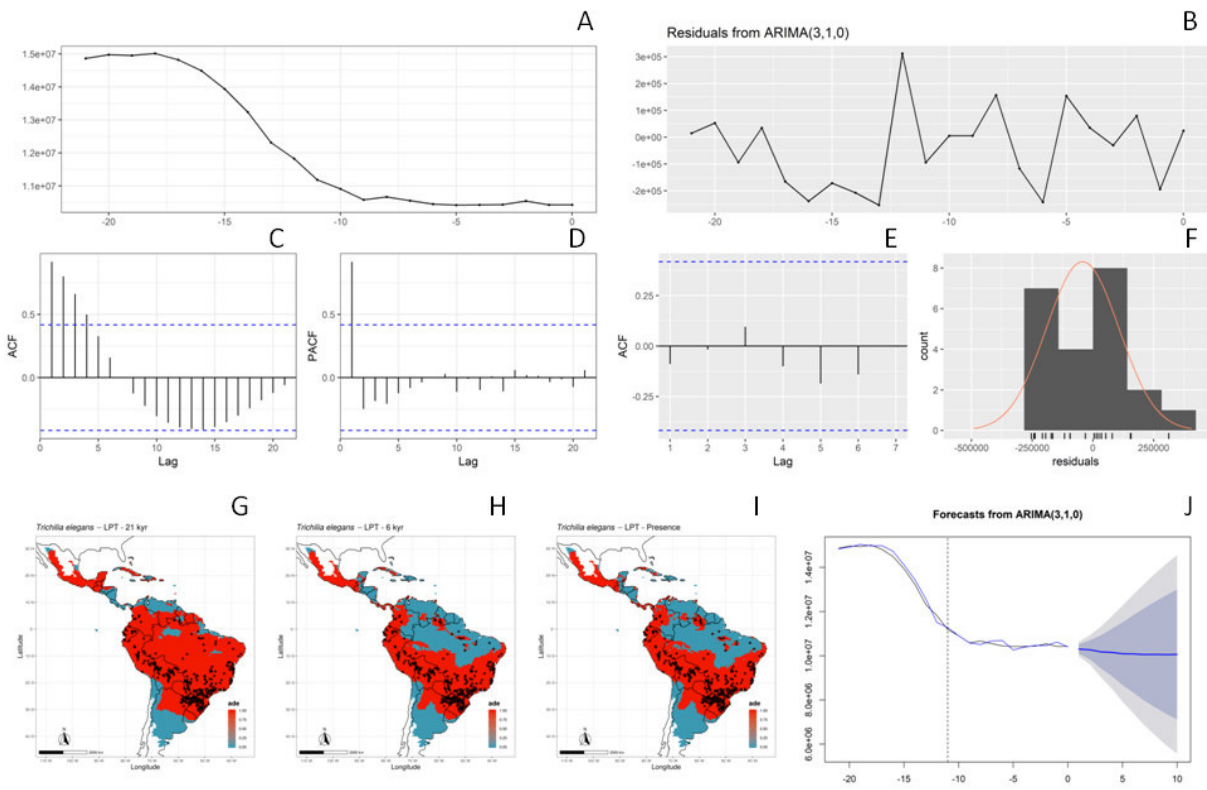
**Figura S17.** *Spathicarpa gardneri* Schott (idem Figura S2).



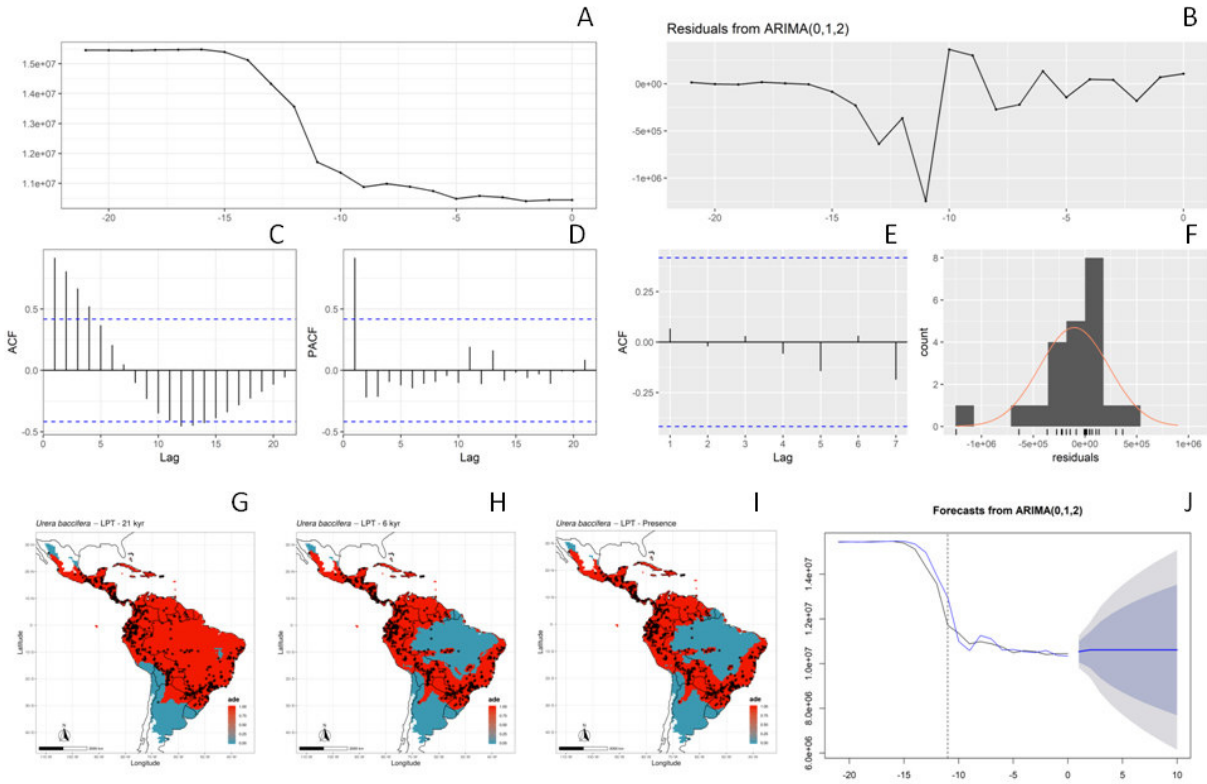
**Figura S18.** *Trichilia catigua* A.Juss. (idem Figura S2).



**Figura S19.** *Trichilia elegans* A.Juss. (idem Figura S2).



**Figura S20.** *Urera baccifera* (L.) Gaudich. ex Wedd. (idem Figura S2).



**Figura S21.** *Vasconcellea quercifolia* A.St.-Hil. (idem Figura S2).

