

DENNIS RODRIGUES DA SILVA

**COMUNIDADE ARBÓREA SOBRE
AFLORAMENTO ROCHOSO: DIVERSIDADE,
ESTRUTURA E ADEQUABILIDADE CLIMÁTICA
NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2017

	DENNIS RODRIGUES DA SILVA	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2017
--	---------------------------	----------------	-----------------



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



DENNIS RODRIGUES DA SILVA

**COMUNIDADE ARBÓREA SOBRE
AFLORAMENTO ROCHOSO: DIVERSIDADE,
ESTRUTURA E ADEQUABILIDADE CLIMÁTICA
NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Pedro V. Eisenlohr
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Célia Regina Araújo Soares
Lopes

ALTA FLORESTA-MT

2017

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

S5861c DA SILVA, Dennis Rodrigues
Comunidade arbórea sobre afloramento rochoso: Diversidade, estrutura e adequabilidade climática na Amazônia Meridional / Dennis Rodrigues Da Silva. – Alta Floresta-MT, 2017.
91 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Área de Concentração: Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias.

Orientação: Dr. Pedro V. Eisenlohr.

Coorientação: Dr^a. Célia Regina Araújo Soares Lopes.

1.Conservação. 2.Ecótomo. 3.*Inselbergs*. I. Título.

CDD 580

COMUNIDADE ARBÓREA SOBRE AFLORAMENTO ROCHOSO: DIVERSIDADE, ESTRUTURA E ADEQUABILIDADE CLIMÁTICA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Dennis Rodrigues da Silva

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: ____/____/____

Prof. Dr. Pedro V. Eisenlohr
Orientador – UNEMAT / PPGBioAgro

Profª Drª Célia Regina Araújo Soares Lopes
Coorientadora – UNEMAT / PPGBioAgro

Drª. Eliana Gressler
PPGBioAgro / UNEMAT

Drª. Marinez Ferreira de Siqueira
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Joanice Rodrigues da Silva[†] e Dirceu Batista Gomes[†]. Ainda que falecidos, suas palavras de incentivo e apoio sempre estiveram e estarão presentes em minhas lembranças, mantendo meu foco. Aos meus irmãos, avó, tias e primos e, especialmente, ao Anderson de Souza Azevedo ('Gorducho') por sempre entenderem que os momentos de minha ausência eram para que eu concluísse essa etapa.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro V. Eisenlohr, pela maneira segura, ética, confiante e paciente como orientou não apenas este estudo, mas a minha formação científica.

À minha amiga e coorientadora, Prof^a. Dr^a. Célia Regina Araújo Soares Lopes, pela amizade, pelo apoio, pelas orientações e trocas de conhecimento.

À Sandra Cristina Gallo, minha leal companheira de pesquisa, uma amiga para a vida.

Aos fieis companheiros que nos auxiliaram em campo: aos graduandos Ricardo da Silva Ribeiro, Diego Ferreira da Silva e Juliana Sobreira Arguelho; aos pós-graduandos Marcelo Zortea, Islandia Silva Pereira, Leandro José da Silva e Samara Bueno; aos que hoje são mestres, Ricardo Claro de Ortiz e Rozangela Cristina de Oliveira e, claro, à Luciene Castuera de Oliveira, que nos transportou em seu carro até a barranca do Rio Teles Pires sempre que foi solicitada.

À Fundação Ecológica do Cristalino, por ter autorizado a realização da pesquisa, e pelo suporte logístico em transporte fluvial e alojamento.

A todos os profissionais do Cristalino Jungle Lodge, pela ótima recepção sempre, especialmente aos pilotos Messias, Elias, Valmir, Maranhão, pelas 'prosas' no rio Cristalino, e à Cristina pelas refeições deliciosas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, juntamente com o seu quadro de docentes e colaboradores, pela oportunidade de realização deste curso e por proporcionarem a minha qualificação profissional.

Às equipes do Laboratório de Ecologia (LabEc) e do Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM) que doaram parte do seu tempo para

realizarmos trocas de conhecimentos, debatendo trabalhos, fazendo questionamentos, rodando análises, identificando e costurando plantas, escrevendo trabalhos para eventos, etc. e, ainda, propiciando momentos de descontração.

Aos colegas de curso do PPG BioAgro, pelas experiências trocadas, especialmente, Sandra Cristina Gallo, Marcelo Zortea, Adriano Maltezo da Rocha, Maicon Diego Pinto Rossi, Luziane de Abreu Nachbar, Fabiano da Rocha, Cristiano de Oliveira Schuingues, Marraiane Ana da Silva e Cleonete Ferreira de Araújo, com os quais formei duplas, trios e quartetos durante nossas atividades.

À Priscila Simioni e Lucirene Rodrigues que há três dias para o término do prazo de inscrição da seleção do mestrado, me informaram e incentivaram para que eu participasse da seleção.

Às agências de fomento, CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado, e FAPEMAT – Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de Mato Grosso, que financiou o Projeto de Pesquisa “Distribuição e diversidade de espécies vegetais na transição Cerrado-Amazônia”, Edital Universal 005/2015, ao qual este estudo esteve vinculado.

Por fim, agradeço especialmente a Deus, por todas as pessoas iluminadas (mencionadas acima) postas em meu caminho e pelas bênçãos ora concedidas a mim, por Ele.

EPÍGRAFE

Dr. Grillo disse: “Faça do ambiente o seu meio de vida”. Com toda a certeza isso não é fácil. “Antes de dar certo, dá errado. DÁ MUITO errado. Você se desespera, acha que vai enlouquecer. Perder a noção. E aí, finalmente, a felicidade chega” (Matheus Rocha).

Há uma reflexão de um autor desconhecido que diz:

– A Pedra! O distraído tropeçou nela. O violento a utilizou como projétil. O empreendedor a usou na construção. O camponês cansado a utilizou como acento. Para as crianças foi um brinquedo. Davi derrotou Golias com ela e Michelangelo a transformou nas mais belas esculturas. Em todos os casos a diferença nunca esteve na pedra e sim no homem. Não existe pedra que você não possa usar para seu conhecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO GERAL	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
3. CAPÍTULO I.....	6
3.1.DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA SOBRE FRAGMENTO NATURAL DE AFLORAMENTO ROCHOSO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.....	6
Resumo.....	7
Abstract.....	7
Introdução	8
Material e Métodos.....	11
Área de estudo.....	11
Coleta de dados.....	14
Instalação da unidade amostral	14
Amostragem e Coleta de dados estruturais.....	15
Coleta de material botânico	16
Análise dos dados.....	17
Estrutura da comunidade arbórea	17
Identificação e listagem de espécies	17
Resultados e Discussão.....	18
Diversidade florística do componente arbóreo.....	18
Distribuição do número de indivíduos.....	21
Estrutura da comunidade arbórea.....	23
Estrutura horizontal.....	23
Estrutura vertical.....	30
Mecanismos de Mortalidade do componente arbóreo	31

Composição florística das espécies lenhosas	39
Conclusões	54
Referências Bibliográficas.....	54
4. CAPÍTULO II.....	63
4.1. ESPÉCIES VEGETAIS FORA DO SEU ÓTIMO CLIMÁTICO PODEM ULTRAPASSAR FILTROS ECOLÓGICOS? O PAPEL DOS AMBIENTES ROCHOSOS NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA.....	63
Resumo.....	64
Abstract	64
Introdução	65
Material e Métodos.....	67
Área de estudo.....	67
Coleta de dados.....	67
Análise dos dados.....	69
Resultados e Discussão.....	70
Adequabilidade do cenário climático atual.....	76
Conclusões	80
Referências Bibliográficas.....	80
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
APÊNDICE A – Modelo da Planilha de Campo de Fitossociologia	85
APÊNDICE B – Sugestões acrescentadas a Planilha de Monitoramento	86
APÊNDICE C – Modelo de Ficha de Coleta Botânica.....	87
ANEXO 1 – Códigos para o Trabalho de Campo e para a Base de Dados – RAINFOR: Condições da árvore viva e morta.....	88
ANEXO 2 – Códigos para o Trabalho de Campo e para a Base de Dados – RAINFOR: fitossanidade da copa das árvores.....	90
ANEXO 3 – Códigos para o Índice de Iluminação da Copa da Árvore.....	91

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.....	26
Tabela 2: Mecanismos e Processos de mortalidade do componente arbóreo registrado na Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.	34
Tabela 3: Espécies lenhosas da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.....	42

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Variáveis bioclimáticas obtidas na página do WorldClim derivadas das variações de temperatura e pluviosidade.	68
Tabela 2. Algoritmos e métricas de avaliação dos modelos com as respectivas médias e desvios-padrão para cada espécie.	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Localização da área de estudo RPPN Mirante da Serra na Região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 13
- Figura 2. Aspectos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, Região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 14
- Figura 3. Esquema da área amostral implantada na RPPN Mirante da Serra, na região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 15
- Figura 4. Distribuição de indivíduos por famílias da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra na região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 22
- Figura 5. Número de indivíduos por número de espécies amostradas em 1 ha de Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, Região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 23
- Figura 6. Ranking dos parâmetros fitossociológicos do componente arbóreo da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil. 24
- Figura 7. Classes de alturas dos indivíduos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 30
- Figura 8. Classes de diâmetro dos indivíduos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 31
- Figura 9. Processos de mortalidade do componente arbóreo da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil..... 39

CAPÍTULO 2

- Figura 1: Mapas de adequabilidade climática do presente para a espécie *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC. (Myrtaceae). 77
- Figura 2: Mapas de adequabilidade climática do presente para a espécie *Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot (Myrtaceae). 78

RESUMO GERAL

DA SILVA, Dennis Rodrigues. Universidade do Estado de Mato Grosso, Setembro de 2017. **Comunidade arbórea sobre afloramento rochoso: Diversidade, estrutura e adequabilidade climática na Amazônia Meridional.** Orientador: Pedro V. Eisenlohr. Coorientadora: Célia Regina Araújo Soares Lopes.

Os afloramentos rochosos podem apresentar habitats diversos, diferentes daqueles da matriz de vegetação zonal circundante, fornecendo refúgio climático e, desse modo, facilitando a persistência de espécies que são especializadas em colonizá-los. Investigar espécies ocorrentes nesses ambientes é uma interessante oportunidade de se avaliar a atuação de filtros ambientais capazes de selecionar aquelas que encontram condições e recursos adequados à sua sobrevivência. Neste estudo, buscamos caracterizar a vegetação lenhosa sobre o afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra na região do Cristalino, estado do Mato Grosso, e verificar se a transição Cerrado-Amazônia possui adequabilidade climática para ocorrência tanto de espécies savânicas quanto de Florestas Pluviais. Para caracterizar a vegetação lenhosa realizamos um levantamento florístico e fitossociológico em uma parcela de 100x100m (1 ha), dividida em 25 subparcelas de 20x20m, nas quais medimos o diâmetro dos indivíduos arbóreos ($DAP_{1,30m} \geq 5\text{cm}$). Amostramos 1.191 espécimes arbóreos (181 mortos), sendo compilado um total de 126 espécies, pertencentes a 95 gêneros e 39 famílias botânicas, quando adicionamos as coletas feitas fora das parcelas. Incrementamos 17 espécies à flora vascular da região do Cristalino. Para a avaliação da adequabilidade climática selecionamos duas espécies, sendo uma com ampla distribuição no Cerrado (*Eugenia dysenterica* (Mart.) DC.) e outra na Amazônia (*Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot), para as quais compilamos e conferimos os dados de ocorrência para toda a região neotropical. *E. dysenterica* é um novo registro para o Domínio Amazônico e *C. grandiflora* é novo registro para o estado de Mato Grosso. Os modelos indicaram baixa adequabilidade dessas espécies para a região do Cristalino. Este estudo contribui para o preenchimento de lacunas do conhecimento referentes tanto à

flora da Amazônia quanto do estado de Mato Grosso, possibilitando o apontamento dos afloramentos rochosos da região do Cristalino como áreas que conservam espécies tipicamente oreádicas e de florestas úmidas. Os registros de novas ocorrências, em conjunto com os resultados da modelagem de distribuição de espécies, corroboram o fato de que os afloramentos rochosos desempenham importante papel na manutenção de biodiversidade.

Palavras-chave: ecótono, filtros ambientais, florística, refúgios.

ABSTRACT

DA SILVA, Dennis Rodrigues. University of the State of Mato Grosso, September 2017. **Community of tree species on rocky outcrop:** Diversity, structure and climatic suitability in Southern Amazonia. Advisor: Pedro V. Eisenlohr. Co-advisor: Célia Regina Araújo Soares Lopes.

Rocky outcrops may present diverse habitats, which differ from the surrounding matrix of zonal vegetation, providing climatic refuge and thus facilitating the persistence of species that are specialized in colonizing them. The investigation of species occurring in such environments is an interesting opportunity to evaluate the performance of environmental filters capable of select those that find suitable conditions and resources for their survival. In this study, we sought to characterize the woody vegetation on the rocky outcrop of the RPPN Mirante da Serra in the Cristalino region, Mato Grosso State, Brazil, and verify if the Cerrado-Amazon transition region presents climatic suitability for both savanic and rainforest species. To characterize the woody vegetation we performed a floristic and phytosociological survey in a plot of 100x100m (1 ha), splitted into 25 subplots of 20x20m, where we measured the diameter of the arboreal individuals ($DAP_{1.30m} \geq 5cm$). We sampled 1,191 tree individuals (181 dead), being compiled a total of 127 species, belonging to 95 genera and 39 plant families, when we add the collections made outside the parcels. We increased 17 species to the flora of the Cristalino region. To evaluate climatic suitability, we selected two species, *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC. and *Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot), typical of the Cerrado and Amazon, respectively, for which we compiled and verified the occurrence data for the Neotropical region. *E. dysenterica* is a new record for the Amazonian Domain and *C. grandiflora* is new record for Mato Grosso State. The models indicated low suitability of these species for the Cristalino region. This study contributes to fill knowledge gaps regarding the flora of the Amazon and of the Mato Grosso State, making it possible to point out the rocky outcrops of the Cristalino region as an area that conserve typical oradic and rainforest species. The records of new species occurrences coupled with the results of species distribution modeling

corroborate the fact that outcrops play an important role in maintaining biodiversity.

Key-words: ecotone, environmental filters, refuges.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os afloramentos rochosos são definidos como “toda e qualquer exposição de rochas na superfície da Terra” (GUERRA & GUERRA, 2003), podendo ser resultado de processos naturais, como, por exemplo, erosão e deslizamentos de solos, ou por ação antropogênica, como aberturas de estradas e implosões de pedreiras. A ocorrência natural dos afloramentos acima da camada de solo possibilita o desenvolvimento de estudos em áreas diversas com abordagens variadas. Em fitogeografia, por exemplo, pode ser investigada a influência desses ambientes na determinação de padrões de distribuição de espécies plantas (SPEZIALE & EZCURRA, 2014), do tipo de vegetação ocorrente (MARACAHIPES et al., 2011; LEMOS et al., 2013; ZAPPI et al., 2011) e, em alguns casos, são feitas propostas de classificações fitofisionômicas (PESSOA, 2014; OLIVEIRA-FILHO, 2015).

Embora possam ser locais muitas vezes de difícil acesso, os ambientes rochosos com presença de vegetação têm sido estudados em todo o mundo, por conterem especificidades que os diferem das matrizes vegetais circundantes e, inclusive de um afloramento para outro. Algumas características responsáveis por diferenças de composição, diversidade e estrutura são a variação diária de temperatura e umidade, a escassez hídrica, em função da rápida drenagem nos solos delgados, e o tipo de rocha em que a vegetação se estabelece (SCARANO, 2007; MOURA et al., 2011).

A fim de elucidar os principais fatores ambientais, responsáveis pela ocorrência e manutenção de espécies em locais contendo afloramentos de rochas, vários estudos contribuíram para o conhecimento da vegetação ocorrente em habitats rochosos no Neotrópico (e.g. IBISCH et al., 1995; LABRINOS et al., 2006; GRÖGER & HUBER, 2007; SARTHOU et al., 2009; MOURA et al. 2010). Segundo Barthlott et al. (1993), as espécies vegetais que se estabelecem em afloramentos rochosos na América do Sul podem ser classificadas em três grupos funcionais: I - espécies que formam agrupamentos (e.g. bromélias); II - espécies suculentas ou com caules volumosos (e.g. as espécies de “barriguda” e “paineiras” da família Malvaceae) e; III - espécies com adaptações que permitem-nas sobreviver ao fogo (e.g. órgãos subterrâneos, caules cobertos por raízes ou bainhas foliares como em Arecaceae). A sazonalidade da disponibilidade de água em afloramentos graníticos

na Venezuela é um dos principais fatores limitantes para a vegetação, pois mesmo curtos períodos de seca (apenas algumas semanas) promovem um forte estresse na flora desses locais (GRÖGER & BARTHLOTT, 1996).

No Brasil, um país de proporções continentais e de expressiva diversidade biológica, climática e edáfica, os estudos em ambientes rochosos têm envolvido a composição e a estrutura da vegetação de menor porte sobre afloramentos graníticos (e.g. GOMES & ALVES, 2009), quartzíticos e areníticos (e.g. CONCEIÇÃO et al., 2007) e cangas (e.g. VINCENT & MEGURO, 2008; VIANA et al., 2016). Com menor frequência, os estudos têm abordado a vegetação de porte arbóreo, podendo ser destacados dentre os realizados no Cerrado (e.g. FELFILI et al., 2007; MOTA et al. 2014), na Mata Atlântica (e.g. GOMES & SOBRAL-LEITE, 2013; TINTI et al., 2015), na Caatinga (e.g. ARAÚJO et al., 2008; TÖLKE et al., 2011) e na Amazônia (e.g. MELO et al., 2014; VIANA et al., 2016). De acordo com os estudos, os afloramentos podem apresentar vegetação campestre, savânica e/ou florestal; porém, os dois primeiros tipos foram os mais investigados, pois nos habitats rochosos geralmente predominam plantas herbáceas, principalmente Poaceae e Cyperaceae.

À medida que novos locais com afloramentos rochosos são amostrados, novas espécies são descobertas (FRISBY & HIND, 2014; PACIFICO et al., 2017) e novos registros de ocorrência são relatados (NUNES et al., 2016). No norte do estado de Mato Grosso, por exemplo, foram realizados alguns levantamentos iniciais de vegetação sobre afloramentos rochosos no Parque Estadual do Cristalino (SASAKI et al., 2010; ZAPPI et al., 2011) e no Parque Estadual do Xingu (ZAPPI et al., 2016). A partir das coletas feitas nestes trabalhos, têm sido registradas espécies típicas de outras áreas *core*¹ como o Cerrado (e.g. *Marsdenia weddellii* (Fourn.) Malme – Apocynaceae) ocorrendo também no Domínio Amazônico, além de novos registros para o estado, ampliando a distribuição geográfica de determinadas espécies. Desta forma, este estudo visa somar esforços de amostragem aos habitats rochosos na região do Cristalino, os quais nós consideramos como complexos

¹ Áreas *core* refere-se à porção territorial onde predominam as características principais de um determinado bioma, ou seja, é a área onde os conjuntos faunísticos e florísticos de um dado ecossistema formam uma paisagem homogênea e que reúne as principais características fisionômicas deste bioma (Ab'Saber, 2003).

fragmentos naturais e passíveis de aplicação de testes de hipóteses acerca de locais com adequabilidade climática para espécies típicas de diferentes áreas *core*.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F.S.; OLIVEIRA, R.F.; LIMA-VERDE, L.W. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 659 – 671, 2008.

BARTHLOTT, W.; GROGER, A.; POREMBSKI, S. Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: diversity and ecological differentiation. **Biogéographica**, v. 69, n. 3, p. 17 – 36, 1993.

CONCEIÇÃO, A.A.; GIULIETT, A.M.; MEIRELLES, S.T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 21, n. 2, p. 335 – 347, 2007.

FELFILI, J.M.; NASCIMENTO, A.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**, v. 30, n. 4, p. 611 – 621, 2007.

FRISBY, S. & HIND, D. J.N. *Ichthyothere sasakiae*, (Compositae: Heliantheae: Miliantheae), a new species from the Amazonian *campo rupestre* of northern Mato Grosso State, Brazil. **Kew Bulletin**, v. 69, n. 2, p. 9504 – 9511, 2014.

GOMES, P. & ALVES, M. Floristic and vegetation aspects of an inselberg in the semi-arid region of Northeast Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 66, n. 2, p. 329 – 346, 2009.

GOMES, P. & SOBRAL-LEITE, M. Crystalline rock outcrops in the Atlantic Forest of northeastern Brazil: vascular flora, biological spectrum, and invasive species. **Brazilian Journal of Botany**, v. 36, n. 2, p. 111 – 123, 2013.

GRÖGER, A. & BARTHLOTT, W. Biogeography and diversity of the inselberg (Laja) vegetation of southern Venezuela. **Biodiversity Letters**, v. 3, p. 165 – 179, 1996.

GRÖGER, A. & HUBER, O. Rocky outcrop habitats in the Venezuelan Guyana lowlands: their main vegetation types and floristic components. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 599 – 609, 2007.

GUERRA, A.T. & GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico – geomorfológico**. 3ª. Edição. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, (2003), 652p.

IBISCH, P.L.; RAUER, G.; RUDOLPH, D.; BARTHLOTT, W. Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pre-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. **Flora**, v.190, p. 299 – 314, 1995.

KEEVER, C.; OOSTING, H.J.; ANDERSON, L.E. Plant succession on exposed granite of rocky face mountain, Alexander County, North Carolina. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 78, n. 5, p. 401 – 421, sep. – out., 1951.

LAMBRINOS, J.G.; KLEIER, C.C.; RUNDEL, P.W. Plant community variation across a puna landscape in the Chilean Andes. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 79, n. 2, p. 233 – 243, 2006.

LEMOS, H.L.; PINTO, J.R.R.; MEWS, H.A.; LENZA, E. Structure and floristic relationships between Cerrado *sensu stricto* sites on two types of substrate in northern Cerrado, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 121 – 132, 2013.

MARACAHIPES, L.; LENZA, E.; MARIMON, B.S.; OLIVEIRA, E.A.; PINTO, J.R.R.; MARIMON JUNIOR, B.H. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 133 – 141, 2011.

MELO, J.A.M.; SOARES-LOPES, C.R.A.; RODRIGUES, L.; PEDROGA, J.A.; FERNANDES, J.M. Estrutura e composição florística de uma floresta tropical caducifolia sobre afloramento rochoso, Amazônia Meridional, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 1602 – 1618, 2014.

MOTA, S.L.L.; PEREIRA, I.M.; MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA, M.L.R.; BRUZINGA, J.S.; FARNEZI, M.M.M.; MEIRA JUNIOR, M.S. Influência dos afloramentos rochosos sobre a comunidade lenhosa no Cerrado Stricto Sensu. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 8 – 18, 2014.

MOURA, I.O.; GOMES-KLEIN, V.L.; FELFILI, J.M.; FERREIRA, H.D. Diversidade e estrutura comunitária de Cerrado Sensu Stricto em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pirineus, Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 3, p. 455 – 467, 2010.

NUNES, C.S.; BASTOS, M.N.C.; BRAGANÇA GIL, A.S. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Cyperaceae. **Rodriguésia**, v. 67, n. 5, p. 1329 – 1366, 2016.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Um sistema de classificação fisionômico-ecológico da vegetação neotropical: segunda aproximação. In: EISENLOHR, P.V.; FELFILI, J.M.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA-NETO, J.A.A. **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. v. II. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2015, Cap. 19, p. 452 – 473.

PACIFICO, R.; FIDANZA, K.; ALMEDA, F. Two new species of *Microlicia* (Melastomataceae) from the rupestrian grasslands of Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. **Phytotaxa**, v. 316, n. 1, p. 39 – 50, 2017.

PESSOA, M.J.G. **Composição florística e estrutura da vegetação lenhosa de savanas sobre afloramentos rochosos na transição Cerrado - Amazônia, MT**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas

Amazônicos), Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta Floresta, 2014.

SARTHOU, C.; KOUNDA-KIKI, C.; VAÇULIK, A.; MORA, P.; PONGE, J.-F. Successional patterns on tropical inselbergs: A case study on the Nouragues inselberg (French Guiana). **Flora**, v. 204, n. 5, p. 396 – 407, 2009.

SASAKI, D.; ZAPPI, D.; MILLIKEN, W.; HENICKA, G.S.; PIVA, J.H. **Vegetação e Plantas do Cristalino**: um manual. Alta Floresta: Royal Botanic Gardens, KEW / Fundação Ecológica Cristalino, 2010. 128p.

SPEZIALE, K.L. & EZCURRA, C. Rock outcrops as potential biodiversity refugia under climate change in North Patagonia. **Plant Ecology & Diversity**, v. 8, n. 3, p. 353 – 361, 2014.

TINTI, B.V.; SCHAEFER, C.E.R.G.; NUNES, J.A.; RODRIGUES, A.C.; FIALHO, I.F.; NERI, A.V. Plant diversity on granite/gneiss rock outcrop at Pedra do Pato, Serra do Brigadeiro State Park, Brazil. **Check List**, v. 11, n. 5, p. 1 – 8, 2015.

Tölke, E.E.A.D.; Silva, J.B.; Pereira, A.R.L.; Melo, J.I.M. Flora vascular de um inselbergue no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 39 – 48, 2011.

VIANA, P.L. et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. **Rodriguésia**, v. 67, n. 5 (especial), p. 1107 – 1124, 2016.

VINCENT, R.C. & MEGURO, M. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 377 – 388, 2008.

ZAPPI, D.C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; I.J.; HENICKA, G.S.; BIGGS, N.; FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, norte de Mato Grosso, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 29 – 38, 2011.

ZAPPI, D.C.; MILLIKEN, W.; SOARES-LOPES, C.R.A.; LUCAS, E.; PIVA, J. H.; FRISBY, S.; BIGGS, N.; FORZZA, R.C. Xingu State Park vascular plant survey: filling the gaps. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 2, p. 751 – 778, 2016.

3. CAPÍTULO I

3.1. DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA SOBRE FRAGMENTO NATURAL DE AFLORAMENTO ROCHOSO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL²

² Artigo a ser submetido ao periódico "Biota Neotropica".

Resumo – (Diversidade e estrutura da vegetação arbórea sobre fragmento natural de afloramento rochoso na Amazônia Meridional). A vegetação que se estabelece sobre afloramentos rochosos é responsável por incrementar diversidade florística e de paisagens, uma vez que a flora pode ser distinta daquelas da paisagem circundante. O nosso objetivo foi caracterizar a vegetação lenhosa sobre o afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, estado de Mato Grosso. Em uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento granítico, demarcamos uma parcela de 1 ha e dividida em 25 subparcelas permanentes de 20x20 m. Registramos e identificamos plantas em nível de espécie (sempre que possível) e medimos a altura e o diâmetro de todos os indivíduos arbóreos ($DAP_{1,30m} \geq 5cm$). Realizamos ainda coletas aleatórias nas proximidades da parcela para melhor representar a flora do afloramento. Determinamos a importância relativa das espécies na estrutura horizontal da comunidade, empregando o índice de valor de importância (IVI) e calculamos os índices de diversidade e de equabilidade da comunidade. Dentro da parcela, amostramos 1.191 indivíduos arbóreos (181 mortos), agrupados em 55 espécies e 22 famílias. Ao adicionarmos as coletas realizadas fora da parcela, a amostragem resultou em um total de 126 espécies, 95 gêneros e 39 famílias. Ao todo, 17 espécies foram incrementadas à Flora do Cristalino, das quais uma é novo registro à flora do Mato Grosso e uma ao Domínio da Amazônia. O índice de Shannon foi de 3,068 nats/ind. e a equabilidade de Pielou, de 0,762. A floresta estacional estudada possui significativa contribuição de espécies localmente raras na diversidade e estrutura. Entretanto, as proporções entre raras (32,7%) e abundantes (36,4%) não indicaram o clássico padrão encontrado para as florestas do Domínio Amazônico. O padrão das florestas da Amazônia indica uma maior quantidade de espécies localmente raras e uma menor quantidade de espécies abundantes. O dossel é irregular, prevalecendo indivíduos de menor porte (entre 3 e 9 m de altura e entre 5 e 14 cm de diâmetro). O alto IVI de indivíduos mortos indica a necessidade de investigações sobre esse fato, pois o mesmo pode estar associado a perturbações ocasionadas por insetos pragas ou outros processos naturais, como acometimento por raio, infestação de hemiepífitas e lianas.

Palavras-chave: Conservação, fitossociologia, florística, inselbergs.

Abstract - (Diversity and structure of arboreal vegetation on a natural fragment of rocky outcrop in Southern Amazonia). Vegetation on rocky outcrops is responsible for increasing floristic and landscape diversity, since its flora can be different from those of adjacent landscape. Our objective was to characterize the rocky outcrop of the RPPN Mirante da Serra in the Cristalino region, Mato Grosso State, Brazil. In a Deciduous Seasonal Forest on granite outcrops, we demarcate a plot of 1ha and divided into 25 permanent subplots of 20x20 m. We recorded and identified plants at species-level (as much as possible) and we measured the height and diameter of all tree individuals ($DBH_{1,30m} \geq 5cm$). We also performed random collections near the plot to better represent the outcrop flora. We determined the relative importance of the species in the horizontal structure of the community, using the importance value index (IVI) and calculated the community diversity and equability indexes. Within the plot, we sampled 1,191 arboreal individuals (181 dead), grouped in 55 species and 22 families. When we added the random samples we sampled 126 species, 95

genera and 39 families. Overall, 17 species were increased to the Flora of Cristalino, of which one is new record to the flora of Mato Grosso and one to the Amazon Domain. The Shannon index was 3.068 nats/ind. and the Pielou equability of 0.762. The studied seasonal forest has significant contribution of locally rare species in the diversity and structure. However, the proportions between rare (32.7%) and abundant (36.4%) did not indicate the classical pattern found for Amazonian forest. The pattern of the Amazonian forests indicates a greater quantity of locally rare species and a smaller quantity of abundant species. The canopy is irregular, prevailing individuals of smaller size (between 3 and 9 m in height and between 5 and 14 cm in diameter). The high IVI of dead individuals indicates the need for investigations on this fact, since it may be associated to disturbances caused by insect pests or other natural processes, such as lightning incidence, hemiepiphytic and liana infestation.

Key-words: Conservation, phytosociology, floristics, inselbergs.

Introdução

Os ambientes rochosos são caracterizados por oscilações de temperatura, ventos dissecantes, escassez hídrica e elevadas taxas de evaporação (OLIVEIRA & GODOY, 2007), já que podem ocorrer tanto em locais expostos ao sol, ventos e geadas, quanto em locais, permanentemente sombrios e úmidos (FERNANDES & BAPTISTA, 1988). Estes atributos permitem que os ambientes condicionem a distribuição espacial das plantas, formando microambientes/micro-habitats desejáveis para que as mesmas germinem e se estabeleçam. Significa que as espécies não ocorrem de forma aleatória, porque os micro-habitats de ambientes rupestres afetam a distribuição de espécies por serem influenciados pela profundidade do solo, com maior acúmulo de sedimentos em locais aplainados e com solos mais rasos ou ausentes em locais mais escarpados (JUMPPONEM et al., 1999; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2005).

Nos ambientes rochosos, os locais com maior acúmulo de sedimentos e nutrientes são mais propícios para a ocorrência e adensamentos dos estratos arbóreo-arbustivo, contrastando aos locais mais escarpados com menor camada de solo ou maior porção de rocha exposta, que favorecem espécies vegetais de menor porte ou promovendo uma distribuição mais esparsa dentre espécies (CONCEIÇÃO & PIRANI, 2005). Os afloramentos também interferem no fluxo hídrico, com rápida perda de água por escoamento nos declives acentuados e retenção de água em áreas planas e semi-côncavas (BENITES et al., 2003). Outros fatores como evolução,

radiação solar potencial, tipo de substrato, área e idade do afloramento, fatores antrópicos e microclima também exercem influência sobre a distribuição da vegetação em afloramentos rochosos, promovendo especializações dos organismos ocorrentes nesses habitats, contribuindo para a formação de mosaicos vegetacionais e, também, resguardando espécies perante mudanças ambientais (WISER, 1998; MOURA et al., 2011; SILVEIRA et al., 2015), tornando esses ambientes prioritários para conservação .

Assim, estudos realizados com a vegetação sobre afloramentos rochosos buscam associar as espécies de plantas principalmente com a topografia, substrato, disponibilidade de água e severidade climática. Esses fatores proporcionam diversos microambientes possíveis para o estabelecimento de plantas, elucidando a atuação de filtros ambientais na estruturação das comunidades dos afloramentos (SILVA, 2016). Além disso, os afloramentos podem fornecer possíveis locais de refúgio durante as mudanças de clima, contribuindo, assim, para a manutenção da elevada diversidade de espécies das regiões tropicais (COLINVAUX et al., 2000; SPEZIALE & EZCURRA, 2014).

A diversidade de locais de ocorrência e os fatores que influenciam a distribuição de espécies são as principais premissas que vêm despertando nos pesquisadores um crescente interesse na investigação de vegetações sobre os ambientes rochosos no Brasil (MOURA et al., 2011). Os ambientes rochosos estão presentes em todos os Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos do Brasil, além das faixas de transição entre estes domínios, proporcionando assim diversidade geológica, geomorfológica, climática e fitofisionômica (IBGE, 2001; AB'SÁBER, 2003).

Investigações relacionadas à vegetação sobre os afloramentos rochosos brasileiros têm sido realizadas principalmente no Brasil Central, na região Sudeste e na Chapada Diamantina (Bahia), abordando a vegetação de menor porte das formações campestres e savânicas sobre granitos, quartzitos, arenitos e cangas (e.g. SCARANO, 2002; CAIAFA & SILVA, 2005; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2005; OLIVEIRA & GODOY, 2007; VIANA & LOMBARDI, 2007; MESSIAS et al., 2012, VIANA et al., 2016). No entanto, há uma demanda por estudos que visem

compreender as formações florestais que ocorrem nos *inselbergs*³ amazônicos, como, por exemplo, as matas secas ou florestas estacionais (SCARANO, 2007; MELO et al., 2014). No estado do Pará, Silva et al. (1996) investigaram os campos rupestres amazônicos, uma vegetação baixa com poucas árvores sobre canga na Serra dos Carajás. De acordo com esses autores, o relevo do terreno associado à impermeabilidade da canga retém a água no solo, influenciando diretamente a fisionomia da vegetação e sua composição florística.

No leste do estado de Mato Grosso, em Cerrado Rupestre com predomínio de quartzito, Maracahipes et al. (2011) afirmam que a elevada área basal e diversidade de espécies e a estabilidade estrutural da comunidade lenhosa são devidas ao fato da fitofisionomia estar presente em uma região de transição entre o Cerrado e a Amazônia e ao bom estado de preservação por estar situada em uma unidade de conservação. Pessoa (2014) comparou duas savanas sobre rochas areníticas com baixa concentração de nutrientes, constatando baixa similaridade florística. A primeira savana foi denominada “Cerrado Rupestre de Transição” por ocorrer em área de transição entre o Cerrado e a Amazônia, com grande influência da flora do Cerrado do Brasil Central, enquanto a segunda foi denominada “Savana Amazônica Rochosa” por ocorrer circundada pelos tipos florestais amazônicos, os quais influenciam a composição florística da vegetação.

No norte de Mato Grosso, foram realizados diagnósticos prévios sobre a ocorrência de afloramentos rochosos em áreas dos Parques Estaduais do Cristalino e do Xingu (SASAKI et al., 2010; ZAPPI et al., 2011; 2016). Esses estudos enfatizaram a necessidade de se intensificar a amostragem da vegetação e a determinação da composição florística sobre os afloramentos rochosos que ocorrem no Mato Grosso, uma vez que os mesmos ocorrem em pequenas porções de forma fragmentada e os resultados preliminares, no caso da região do Cristalino, são de levantamentos realizados principalmente em trilhas destinadas ao ecoturismo. Neste sentido, nosso objetivo foi caracterizar a vegetação lenhosa de um afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra situada na região do Cristalino, Amazônia Meridional, e verificar a sua afinidade florística com outros ambientes. Para atingir esse objetivo, elaboramos as seguintes questões: 1) Como variam as características florísticas do afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra? 2) Qual é a afinidade

³ *Inselbergs* são “colinas rochosas isoladas ou pequenas montanhas subindo abruptamente do plano circundante ou declive suave” (Speziale & Ezcurra, 2014).

florística da área com a flora de outros ambientes presentes na Amazônia, no Cerrado e na transição entre esses domínios?

Material e Métodos

Área de estudo

Realizamos este estudo em uma área de Floresta Estacional Decidual sobre afloramento de rochas graníticas na RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino (Figura 1), situada no município de Novo Mundo, próximo à divisa com Alta Floresta, extremo norte do estado de Mato Grosso (9° 35' 12" S, 55° 54' 59" O, altitude de 248 a 351 m a.n.m). A "região do Cristalino" é um termo localmente utilizado como referência à parte mato-grossense da Bacia do Rio Cristalino cuja nascente está ao sul do Pará, na Serra do Cachimbo, e aflui no Rio Teles Pires (ZAPPI et al., 2011). As áreas formadoras da região são o Parque Estadual Cristalino (PEC) e as quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), administradas pela Fundação Ecológica do Cristalino (FEC) denominadas como: Cristalino, Gavião Real, Castanheira e a Mirante da Serra (anteriormente RPPN Lote Cristalino e RPPNs Cristalino I, II e III).

Na região do estudo, o clima é quente, sazonalmente seco (três a cinco meses por ano), sendo registradas temperaturas médias anuais acima de 26°C, pluviosidade média anual entre 2.400 mm e 2.800 mm (MATO GROSSO, 2001a; ALVARES et al., 2013; OLIVEIRA-FILHO, 2017). Durante a realização deste estudo (julho/2016 – julho/2017), a precipitação total anual foi de 2.080,27 mm, sendo o período chuvoso de setembro a abril e o período de seca – meses com precipitação < 100 mm (WALSH, 1996 apud IVANAUSKAS et al., 2008) – de maio a agosto. Fevereiro foi o mês com maior precipitação (350,28 mm), agosto com menor (22,1 mm) e os meses de junho e julho não apresentaram precipitação (P= 0 mm). A temperatura média anual durante o estudo foi de 26,52 °C, sendo as maiores temperaturas nos meses abril (mínima média = 22,35 °C) e agosto (média média = 27,31 °C e máxima média = 36,08 °C). Dados obtidos da estação A-924, município de Alta Floresta-MT a 61,5 KM da área de estudo, aproximadamente. No afloramento estudado as temperaturas na seca chegam a 43 °C (E.Gressler, observação pessoal).

As formas de relevo da região são complexas estruturalmente, variando de plano a montanhoso, e caracterizadas em quatro unidades geomorfológicas: I. Planalto do Cachimbo; II. Depressão do Norte de Mato Grosso; III. Depressão Interplanáltica dos Rios Juruena/Teles Pires e IV. Planaltos Residuais do Sul da Amazônia (IBGE, 2006). A área amostrada está situada nesta última unidade geomorfológica. Os solos são em geral ácidos, de média a baixa fertilidade, arenosos e susceptíveis à erosão. Predominam Neossolos quartzarênicos, com baixo teor de nutrientes e baixa disponibilidade de água, ocorrendo também Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Álicos, Neossolos Litólicos Distróficos e Latossolos Vermelho-Escuros Distróficos (MATO GROSSO, 2001b).

A vegetação da região do Cristalino apresenta áreas de tensão ecológica, caracterizadas pelos Contatos entre Floresta Ombrófila e Floresta Estacional, Floresta Estacional e Savana (Figura 2), e Floresta Ombrófila e Savana (IBGE, 2004). Sasaki et al. (2010) e Zappi et al. (2011) descreveram para a região oito fitofisionomias: Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Aberta Submontana, Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Campinarana, Campos Rupestres da Amazônia e Vegetação Ribeirinha e Lagoas. O afloramento estudado foi descrito por Sasaki et al. (2010) e Zappi et al. (2011) como uma Mata Seca, encontrada nas partes mais elevadas de encostas ou ocasionalmente no topo das serras, apresentando a maioria das árvores totalmente ou quase totalmente sem folhas durante a estação seca. O dossel é relativamente aberto (20 – 25 m de altura) com árvores emergentes de até 30 m de altura e o sub-bosque varia de denso a aberto.

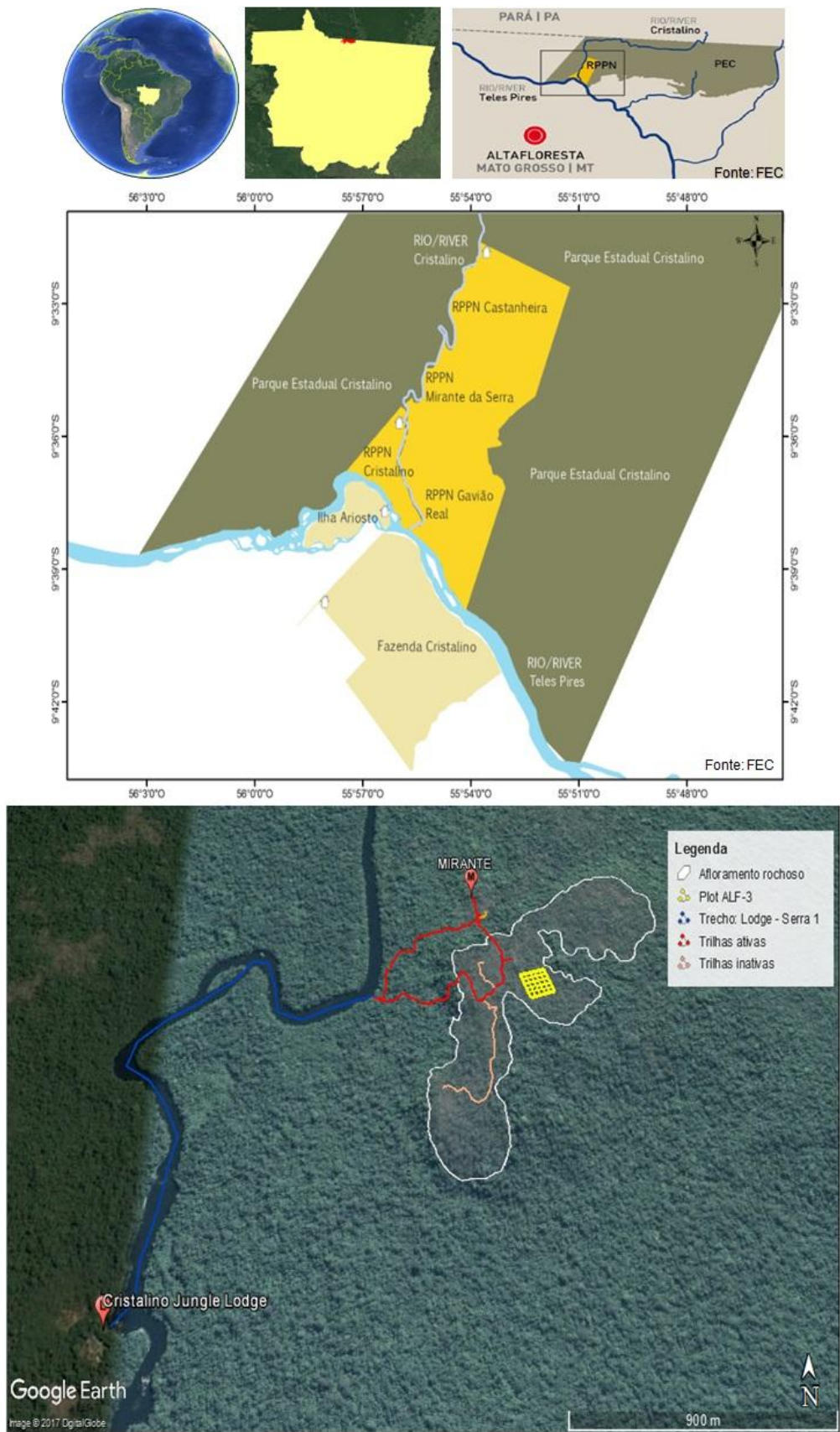


Figura 1. Localização da área de estudo RPPN Mirante da Serra na Região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.



Figura 2. Aspectos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, Região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil. **A:** Área na estação chuvosa. **B:** Área na estação seca. **C:** Árvore Saxícola. **D:** Árvore Rupícola. **E:** Indivíduos arbóreos em solo raso.

Coleta de dados

Instalação da unidade amostral

Com base na metodologia da rede RAINFOR descrita por Phillips et al. (2016), alocamos uma parcela permanente composta por 25 subparcelas contíguas

de 20x20m, totalizando uma área de 1 ha (Figura 3). A parcela está alocada a 335 m a.n.m. e demarcada com vergalhões de ferro (5 mm de diâmetro e 1 m de comprimento) fixados no solo. Nos locais com rocha exposta os vergalhões foram chumbados utilizando argamassa. Georreferenciamos cada vergalhão utilizando GPS Garmim *GPS Map 64 versão 4.10*, para a elaboração de um croqui da área amostral. Delineamos com barbante os limites da linha de base da parcela e de cada subparcela, que foram identificadas numericamente em sequência.

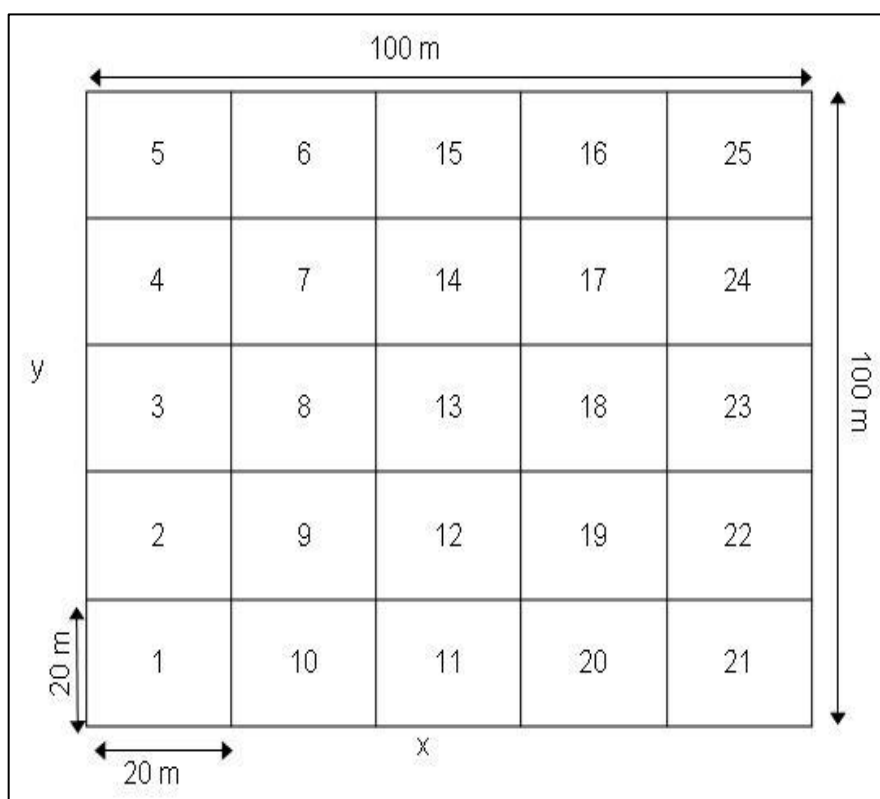


Figura 3. Esquema da área amostral implantada na RPPN Mirante da Serra, na região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.

Amostragem e Coleta de dados estruturais

Em cada subparcela medimos, a 1,30 m da superfície do solo, todos os indivíduos do componente arbóreo com perímetro maior ou igual a 15,7 centímetros (PAP 1,30m \geq 15,7cm), equivalente ao diâmetro DAP 1,30m \geq 5cm. Todos os indivíduos interceptando as linhas de delimitação foram incluídos na amostragem quando mais de 50% de sua base estava dentro das respectivas subparcelas. Marcamos os indivíduos mensurados com plaquetas metálicas numeradas

sequencialmente. Pintamos o POM (ponto de medição) exato do DAP com tinta de emulsão (vermelha).

Fixamos as plaquetas a 1,60 m da superfície do solo, ou seja, 30 cm acima do DAP. Em casos adversos como, por exemplo, indivíduos com deformações a 1,30 m no tronco, nós seguimos as recomendações de Condit (1998 *apud* PHILLIPS et al., 2016). Esses indivíduos foram medidos dois centímetros abaixo da deformidade, cuja altura do POM foi sempre registrada. Os indivíduos perfilhados (hastes múltiplas de caule) ou aqueles caídos ou quebrados, mas com rebrotações, foram mensurados em cada uma de suas hastes, individualmente, desde que atingissem o critério de PAP $1,30m \geq 15,7cm$. As plaquetas foram fixadas unicamente no perfilho ou rebroto com maior diâmetro (IVANAUSKAS & RODRIGUES, 2000; LIMA et al., 2010). Na área estudada não verificamos indivíduos com raízes escoras ou tabulares a 1,30m, entretanto, o método de medição desses organismos (PHILLIPS et al. 2016) foi aplicado a três árvores hemiepífitas (figueiras), em que o POM adotado foi de 50 cm acima da base da hemiepífita sobre o forófito, anotando-se a altura do ponto medido.

Registramos em planilhas padronizadas os seguintes dados: número da subparcela (Parc.), do indivíduo (Ind.), a posição bidimensional (X e Y) medida a partir do canto inferior esquerdo de cada subparcela, o nome científico, o PAP, a altura total (HT) e o POM, além das condições do indivíduo vivo (flag 1) ou morto (flag 2), índice de iluminação da copa (I.I.C), fitossanidade quanto aos ramos quebrados e forma da copa da árvore (F.C.A.), posição (P.L.) e infestação por lianas (I.L.) e ocorrência de epífitas (Ep.) (Apêndices A, B e C, e Anexos 1, 2 e 3).

Coleta de material botânico

Coletamos durante o período de julho de 2016 a julho de 2017 os indivíduos em estágio reprodutivo encontrados nas subparcelas, nos caminhos de acesso e nos 10 m circundantes à parcela de 1 hectare. Em cada subparcela, coletamos apenas um espécime fértil de cada espécie, considerando seu estágio fenológico. A coleta de mais espécimes de uma mesma espécie somente foi realizada ao verificarmos os estágios de floração e frutificação em indivíduos

distintos ou em diferentes períodos de coleta. Para a formação da coleção botânica, seguimos os procedimentos recomendados por Fidalgo & Bononi (1989) e IBGE (2012). Os materiais coletados foram incorporados ao acervo do Herbário da Amazônia Meridional – HERBAM, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta – MT.

Análise dos dados

Estrutura da comunidade arbórea

Para descrever a estrutura vertical da comunidade arbórea, agrupamos a distribuição dos valores de alturas dos indivíduos em cinco classes: a primeira em intervalo de 3,5 m e as demais em intervalo de 4,5 m. Após a conversão de PAP para DAP (PAP/PI , onde $PI=3,1415$), a distribuição das classes de DAP de todos os indivíduos, incluindo os perfilhados, também foi organizada em cinco classes. As cinco classes foram obtidas, primeiramente, calculando as amplitudes dos dados de altura e DAP; posteriormente, aplicou-se a Fórmula de Sturges ($K = 1+(3,3*\log(n))$, em que n é o número de indivíduos amostrados e \log é o logaritmo na base 10) para obtenção do número de classes. O valor do intervalo de classe foi calculado dividindo os valores das amplitudes por K . Por fim, agrupamos as classes duas a duas.

Para a estrutura horizontal, obtivemos os parâmetros fitossociológicos usuais (MÜELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 2002), submetendo os dados de número da subparcela, número do indivíduo, família, espécie, PAP e altura à análise quantitativa no programa Fitopac 2.1 (SHEPHERD, 2010). Também obtivemos o índice de diversidade de espécies de *Shannon-Wiener* (H') que expressa a riqueza e uniformidade da comunidade e o índice de equabilidade de *Pielou* (J') que indica o grau de homogeneidade da comunidade, ou seja, como os indivíduos se distribuem entre as diferentes espécies. O índice de *Shannon-Wiener* (H') varia entre 0 a valores positivos que raramente ultrapassam 5,0 sendo que, quanto maior seu valor, maior será a diversidade da população. O índice de *Pielou* (J') varia entre 0 e 1, sendo 0 heterogeneidade total e 1,0 homogeneidade total.

Identificação e listagem de espécies

A identificação das espécies foi realizada por meio de parcerias com botânicos experientes na flora regional, bem como com a utilização de chaves dicotômicas constantes em obras de revisão (GOLDENBERG et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; ZAPPI et al., 2017), comparação com os materiais depositados no acervo do HERBAM e das bases de dados on-line⁴ de herbários que disponibilizam imagens de exsicatas revisadas por especialistas. Também consultamos especialistas em alguns grupos mais complexos, como das famílias Myrtaceae (e.g. Marco Sobral, Carolyn Proença e Marla Ibrahim), Malvaceae (Sue Frisby), Rubiaceae (Daniella Zappi), Fabaceae (José M. Fernandes) e Melastomataceae (Fernandes Guimarães). A fim de obtermos maior confiança e sucesso na identificação dos indivíduos inférteis que foram mensurados nas subparcelas, coletamos uma amostra do indivíduo para comparação com a coleção científica do HERBAM, cujo acervo é composto principalmente por amostras oriundas da flora regional, incluindo as do Parque Estadual Cristalino.

A listagem das espécies foi elaborada a partir da compilação das nossas coletas aleatórias, da composição de cada subparcela, das espécies ocorrentes nos 10 m do entorno da área de 1 ha e dos materiais depositados no HERBAM, oriundos de levantamentos anteriores, realizados durante o Programa Flora Cristalino. Validamos a grafia aceita e correta dos nomes científicos e dos respectivos autores com base na Flora do Brasil 2020 em construção (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e APG IV (2016) para a classificação genealógica dos grupos botânicos.

Resultados e Discussão

Diversidade florística do componente arbóreo

Na parcela de 1 ha, amostramos 1.191 indivíduos do componente arbóreo, dos quais 181 estavam mortos e três foram identificados em nível genérico. Os 1.010 indivíduos vivos foram agrupados em 55 espécies, 43 gêneros e 22

⁴ Principais databases utilizadas para consulta e comparação das identificações das espécies: Reflora, SPECIESLINK, Trópicos, Kew Herbarium Collection, New York Botanical Garden (NYBG Virtual Herbarium) e Field Museum.

famílias (Tabela 1). As famílias com maior contribuição para a riqueza florística foram Fabaceae (10 espécies), Rubiaceae (sete), Malvaceae e Myrtaceae (seis espécies cada), Apocynaceae e Moraceae (com quatro espécies cada). Essas seis famílias, em conjunto, corresponderam a aproximadamente 68% das espécies amostradas. As outras 16 famílias com duas ou uma espécie e completam a amostra (cerca de 32% do total).

A maior representatividade de Fabaceae é esperada devido à mesma ser uma das famílias mais diversas e ocupar posições de destaque quanto à sua riqueza em inventários do Brasil e da Amazônia (BFG 2015). Além disso, em diversos estudos realizados no Cerrado (e.g. CAMPOS et al., 2006; WALTER & GUARINO, 2006; FERREIRA JÚNIOR et al. 2008) e na transição Cerrado-Amazônia (e.g. IVANAUSKAS et al., 2004; ARAÚJO et al., 2009; HAIDAR et al. 2013), Fabaceae também é destacada como uma das mais ricas em espécies, denotando a alta capacidade de estabelecimento desta família nos mais variados tipos de ambientes. Um estudo que avalie os solos da área aqui estudada, possivelmente, irá corroborar as afirmações dos estudos, que atribuem à capacidade de fixação de nitrogênio uma boa estratégia de manutenção das leguminosas em áreas cujo solo possui condições baixas de fertilidade, por exemplo, encostas e topos de morros. Entretanto, nem todas as espécies de leguminosas possuem essa capacidade. Quando consideramos a clássica classificação das Fabaceae em três subfamílias, as espécies da subfamília Papilionoideae possuem maior potencial de nodulação, enquanto, em espécies de Mimosoideae, a fixação de nitrogênio é comum e em Caesalpinioideae é mais incomum (COLLETA, 2010; MACEDO, 2010). Das 10 espécies de Fabaceae registradas na área investigada, cinco pertencem a subfamília Papilionoideae. Portanto, pelo menos 50% das Fabaceae podem ser potenciais fixadoras de nitrogênio tanto se considerarmos a classificação clássica, quanto se considerarmos a nova classificação (LPWG, 2017) que divide as leguminosas em seis subfamílias.

A diversidade florística para a área foi de 3,068 nats/indivíduos, conforme o índice de Shannon-Wiener (H'), e a equabilidade foi de 0,762, conforme o índice de Pielou (J'). Em comparação aos valores encontrados em outros ambientes rochosos em Mato Grosso, os valores de diversidade alfa e heterogeneidade obtidos

são similares aos da faixa de transição Cerrado-Amazônia ($H'=2,64$ a $3,45$ e $J'=0,77$) (MARACAHIPES et al., 2011; MELO et al., 2014; PESSOA, 2014). São similares também, a outras formações de floresta estacional que não são estabelecidas sobre afloramentos rochosos ($H'=3,07$ a $3,38$ e $J'=0,5$ a $0,85$) (IVANAUSKAS et al., 2004; KUNZ et al., 2008; FERREIRA JÚNIOR et al., 2008), porém os valores são baixos se comparados às florestas estacionais de Mato Grosso do Sul ($H'=3,48$) e às da região sudeste do Brasil em que os valores do índice de diversidade de Shannon chegam a $3,56$, também não amostradas sobre afloramentos rochosos. Ainda assim, a área que estudamos apresentou maior equabilidade de Pielou ($0,737$) em comparação a essas áreas (SILVA et al., 2004; ARRUDA & DANIEL, 2007).

A semelhança entre a diversidade alfa da área que estudamos e as áreas amostradas na transição Cerrado-Amazônia pode ser atribuída a fatores como o tamanho padronizado da amostragem em 1 ha, à estacionalidade climática, mas, principalmente ao isolamento da área em relação à matriz de vegetação característica de florestas pluviais. A diversidade de espécies da floresta tropical tende a diminuir com a sazonalidade climática e a aumentar com a precipitação, exceto nas regiões com índices pluviométricos mais elevados (RICHARDS, 1996, citado por IVANAUKAS et al., 2004). O fato de a área de estudo estar presente em uma faixa em que os índices de precipitação anual situam-se entre 2.400 e 2.800 mm, caracterizando o Clima de Monção, associados à sazonalidade de três a cinco meses de seca (ALVARES et al., 2013) e a presença isolada da vegetação sobre afloramento rochoso, possivelmente são determinadores na diversidade de espécies da área estudada.

Há uma diferença evidente na riqueza de espécies entre as florestas tropicais, sendo que as florestas tropicais secas são menos diversas que as florestas tropicais úmidas (SILVA & SCARIOT, 2003). É típico de florestas secas possuírem de 50 a 70 espécies arbóreas/hectare, enquanto as florestas pluviais possuem de 150 a 200 espécies (GENTRY, 1995). Assim, a área que investigamos possui uma riqueza de espécies situada dentro do que é esperado.

Distribuição do número de indivíduos

As famílias que apresentaram maior abundância de indivíduos foram: Malvaceae, Bixaceae, Fabaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Erythroxylaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Arecaceae, Melastomataceae, Vochysiaceae e Moraceae, totalizando mais de 82% dos indivíduos amostrados (Figura 4). Os táxons abundantes destas famílias apresentam síndromes de dispersão variando entre anemocórica, zoocórica e autocórica. Este ranking não incluiu a categoria do componente arbóreo morto, que é a mais abundante (181 indivíduos).

A alta abundância de Malvaceae ocorreu devida principalmente ao grande número de indivíduos de *Pachira paraensis* (114), *Luehea candicans* (36), *Pseudobombax longiflorum* (11) e *Eriotheca globosa* (oito), já que apenas essas quatro espécies juntas conferem a família Malvaceae topo no ranking das famílias com maior número de indivíduos. Considerando o ranking da abundância por espécies, a mais abundante foi *Cochlospermum orinocense* (Bixaceae), com 162 indivíduos. Esta espécie também foi representativa nos fragmentos de Floresta Estacional Decidual nas Fazendas Modelo, Universal e Viviane, no município de Alta Floresta (RODRIGUES, 2007; ALMEIDA et al., 2014; MELO et al., 2014). Possivelmente, a maior abundância de *C. orinocense*, assim como, das quatro espécies de Malvaceae deve-se as suas características biológicas, como deciduidade total e dispersão anemocórica, além de apresentar xilopódio. *Cochlospermum orinocense* se reproduz no período da seca, com maior intensidade de floração no auge de estiagem (junho – julho). Para esta espécie, tem sido destacada a sincronia das suas fases reprodutivas com a seca como uma forma de favorecer a atração de uma grande quantidade de abelhas de médio e grande porte, seus principais polinizadores, resultando em alta produtividade de frutos e sementes (FIGUEIREDO et al., 2009). Pois, nesta fase de seca, provavelmente devem existir poucas espécies florescendo e disponibilizando, assim, recursos aos polinizadores.

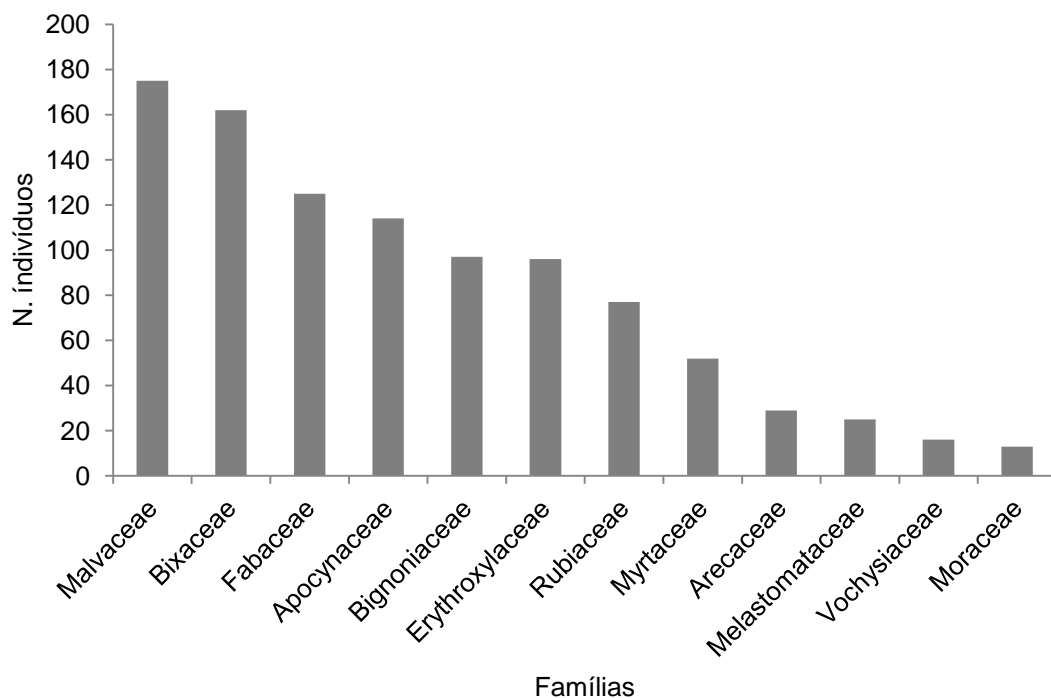


Figura 4. Distribuição de indivíduos por famílias da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra na região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.

Ao contrário de outras fitofisionomias da região (e.g. CABRAL, 2010; ALMEIDA et al., 2014), em que foi amostrado elevado número de espécies localmente raras, no afloramento estudado na RPPN Mirante da Serra as proporções de raras, intermediárias e abundantes são equiparáveis. Na figura 5 mostramos que a diferença entre raras e intermediárias é de apenas uma espécie e entre as intermediárias e as abundantes são três. Estes resultados refletem a particularidade da Floresta Estacional Decidual sobre o afloramento estudada não só com relação aos elementos florísticos, mas também, com relação à distribuição da abundância entre as espécies, indicando um caráter menos heterogêneo que as Florestas Pluviais.

As florestas úmidas do Domínio Amazônico são comumente caracterizadas por poucas espécies abundantes e muitas espécies raras (IVANAUSKAS et al., 2004; TER STEEGE et al., 2013, 2015), contribuindo significativamente para a diversidade florística e heterogeneidade das comunidades vegetais. São consideradas localmente raras as espécies com no máximo dois indivíduos por hectare, as com um único indivíduo são denominadas *singletons* e as

com dois indivíduos *doubletons*; espécies de abundância intermediária possuem entre 3 e 10 indivíduos/ha e abundantes são as que em 1 ha ultrapassam 10 indivíduos (BURNHAM & OVERTON, 1979, apud GOTELLI & COLWELL, 2011). Assim, a área que estudamos apresentou 18 espécies localmente raras (32,7%), 17 abundantes intermediárias (30,9%) e 20 abundantes (36,4%).

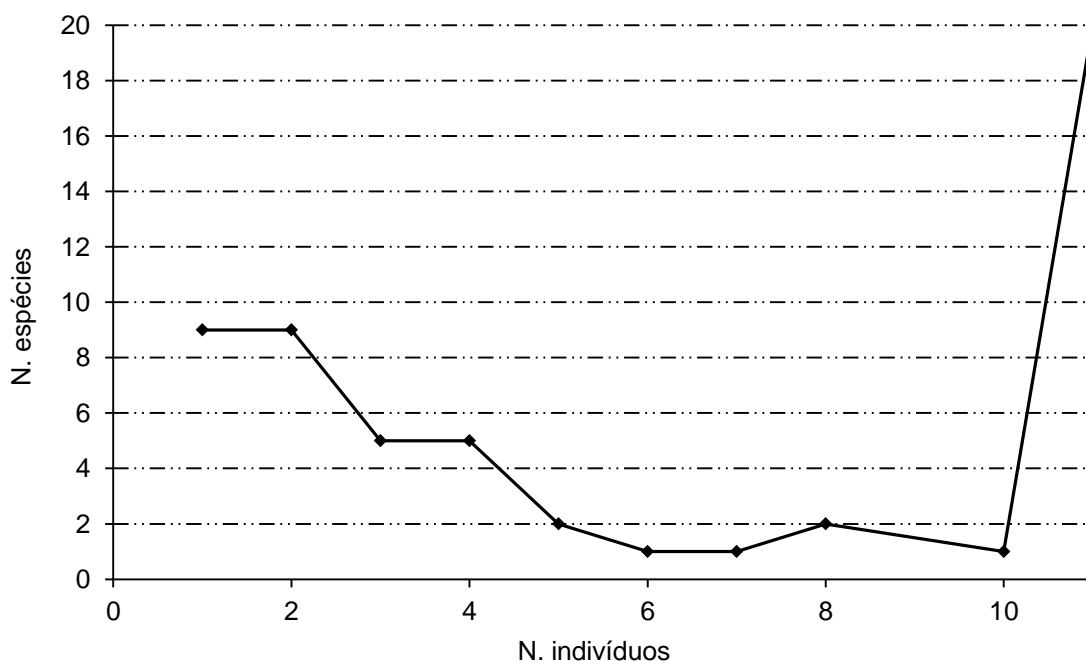


Figura 5. Número de indivíduos por número de espécies amostradas em 1 ha de Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, Região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.

Estrutura da comunidade arbórea

Estrutura horizontal

Registramos alta densidade de plantas mortas na área de estudo (181 Indivíduo.ha⁻¹; 15%). As plantas mortas também apresentaram frequência máxima, ocorrendo em todas as subparcelas (100%), e representaram a maior dominância, ocupando uma área basal de 5,43 m².ha⁻¹, equivalente a 22,11% (Figura 6).

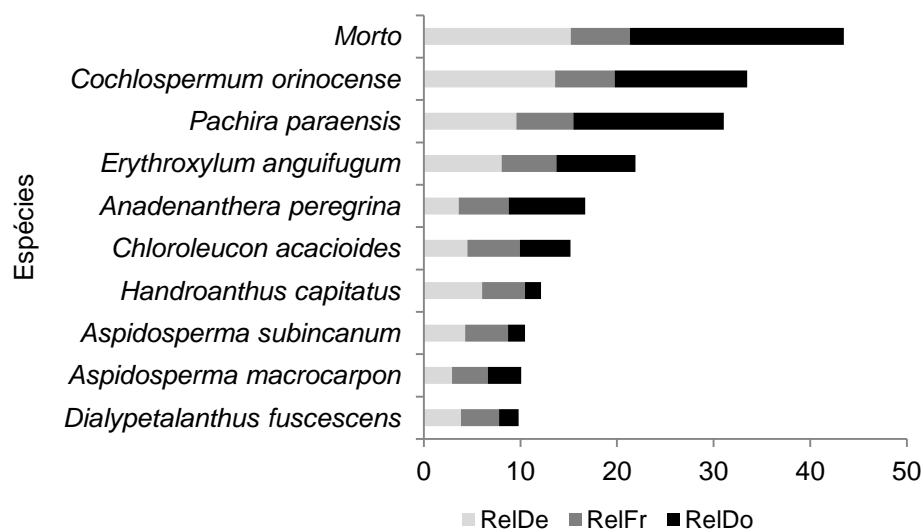


Figura 6. Ranking dos parâmetros fitossociológicos do componente arbóreo da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.

Apesar de *Cochlospermum orinocense*, assim como a categoria mortos, ocorrer em todas as parcelas, ela deteve menores valores de dominância, ocupando $3,37 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (13,72%) da área basal e densidade tendo $162 \text{ Indivíduos}.\text{ha}^{-1}$ (13,6%). *Pachira paraensis* apresentou maior dominância, ocupando $3,82 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (15,57%) da área basal; entretanto, apresentou menor densidade ($114 \text{ Indivíduo}.\text{ha}^{-1}$), contribuindo com 9,57% dos indivíduos amostrados.

Comparando *Chloroleucon acacioides* e *Anadenanthera peregrina*, a espécie *C. acacioides* foi registrada com maiores valores de densidade e frequência, com $54 \text{ indivíduos}.\text{ha}^{-1}$ (4,53%) e ocorrendo em 88% das parcelas, mas ocupou a sexta posição do ranking quanto ao índice de importância, pois teve menor dominância ($1,29 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, 5,24% de 1 ha) em relação a *Anadenanthera peregrina*, que ocupou a quinta posição, apresentando uma dominância de $1,95 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (7,93% de 1 ha), densidade de $43 \text{ indivíduos}.\text{ha}^{-1}$ (3,61%) e uma frequência 84%. Essa análise reflete a importância ecológica de *A. peregrina* por seus indivíduos em conjunto totalizarem maior área basal ($1,9 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) em relação ao total da área basal de *C. acacioides* ($1,3 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$).

Nota-se na tabela 1 maior número de espécies possuindo menor densidade, frequência e dominância absolutas, e menor número de espécies com maior valor absoluto de densidade, frequência e dominância. Rodrigues (2007) encontrou resultado semelhante em um fragmento de Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso em Alta Floresta, onde a riqueza de espécies foi elevada por aquelas que possuíam menor abundância; em contraste, poucas espécies menos dominantes dominaram a comunidade. Portanto, nessas duas comunidades, o componente arbóreo que ocupa as Florestas Estacionais sobre afloramentos rochosos apresenta duas estratégias, proporcionalmente, inversas: 1) espécies com poucos indivíduos investem em área basal; 2) espécies caracterizadas por apresentar menor área basal tendem a competir por vantagem numérica de indivíduos.

Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil. Legenda: AbsDe: Densidade Absoluta e RelDe: Densidade Relativa; AbsFr: Frequência Absoluta e RelFr: Frequência Relativa; AbsDo: Dominância Absoluta e RelDo: Dominância Relativa; IVI: Índice de Valor de Importância. Tabela organizada em ordem decrescente de IVI.

Espécies	Famílias	Abs De (Indivíduo/ha)	Rel De (%)	Abs Fr (%)	Rel Fr (%)	Abs Do (m²/ha)	Rel Do (%)	IVI
Morto	Morto	181	15,2	100	6,16	5,43	22,11	43,47
<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	Bixaceae	162	13,6	100	6,16	3,37	13,72	33,48
<i>Pachira paraensis</i> (Ducke) W.S.Alverson	Malvaceae	114	9,57	96	5,91	3,82	15,57	31,05
<i>Erythroxylum anguifugum</i> Mart.	Erythroxylaceae	96	8,06	92	5,67	2,01	8,17	21,89
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Fabaceae	43	3,61	84	5,17	1,95	7,93	16,71
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	Fabaceae	54	4,53	88	5,42	1,29	5,24	15,19
<i>Handroanthus capitatus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos	Bignoniaceae	72	6,05	72	4,43	0,4	1,65	12,13
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Apocynaceae	51	4,28	72	4,43	0,43	1,77	10,48
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. & Zucc.	Apocynaceae	35	2,94	60	3,69	0,85	3,46	10,1
<i>Dialypetalanthus fuscescens</i> Kuhlmann	Rubiaceae	46	3,86	64	3,94	0,49	2	9,8
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Bignoniaceae	25	2,1	60	3,69	0,59	2,39	8,18
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	Malvaceae	36	3,02	60	3,69	0,13	0,54	7,26

Tabela 1: Continuação...

Espécies	Famílias	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	IVI
		De (Indivíduo/ha)	De (%)	Fr (%)	Fr (%)	Do (m ² /ha)	Do (%)	
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.	Apocynaceae	24	2,02	48	2,96	0,47	1,92	6,89
<i>Syagrus cocoides</i> Mart.	Arecaceae	29	2,43	44	2,71	0,19	0,79	5,93
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Vochysiaceae	16	1,34	40	2,46	0,44	1,77	5,58
<i>Tibouchina barbiger</i> (Naudin) Baill.	Melastomataceae	25	2,1	36	2,22	0,1	0,41	4,72
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A.Robyns	Malvaceae	11	0,92	36	2,22	0,24	0,99	4,13
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae	21	1,76	28	1,72	0,08	0,32	3,81
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Myrtaceae	15	1,26	28	1,72	0,15	0,63	3,61
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae	11	0,92	32	1,97	0,11	0,43	3,33
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	Rubiaceae	13	1,09	32	1,97	0,06	0,26	3,32
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	10	0,84	32	1,97	0,05	0,18	2,99
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Combretaceae	3	0,25	12	0,74	0,47	1,92	2,91
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	Malvaceae	8	0,67	28	1,72	0,04	0,17	2,57
<i>Ficus amazônica</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	6	0,5	20	1,23	0,15	0,6	2,33
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerm.	Rubiaceae	7	0,59	24	1,48	0,05	0,22	2,28
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	8	0,67	16	0,99	0,07	0,29	1,94
<i>Erythrina ulei</i> Harms	Fabaceae	5	0,42	20	1,23	0,06	0,24	1,89

Tabela 1: Continuação...

Espécies	Famílias	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	IVI
		De (Indivíduo/ha)	De (%)	Fr (%)	Fr (%)	Do (m ² /ha)	Do (%)	
<i>Ficus cf. schumacheri</i> (Liebm.) Griseb.	Moraceae	4	0,34	12	0,74	0,18	0,74	1,81
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Rubiaceae	5	0,42	20	1,23	0,01	0,05	1,7
<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	Fabaceae	2	0,17	8	0,49	0,16	0,65	1,31
<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K.Schum.	Malvaceae	4	0,34	12	0,74	0,06	0,24	1,31
<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.	Rubiaceae	3	0,25	12	0,74	0,01	0,04	1,04
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	3	0,25	8	0,49	0,06	0,26	1,01
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Moraceae	2	0,17	8	0,49	0,08	0,31	0,97
<i>Aspidosperma</i> sp.	Apocynaceae	4	0,34	8	0,49	0,02	0,08	0,91
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Fabaceae	3	0,25	8	0,49	0,03	0,11	0,85
<i>Campomanesia grandiflora</i> (Aubl.) Sagot	Myrtaceae	3	0,25	8	0,49	0,02	0,09	0,83
<i>Vitex polygama</i> Cham.	Lamiaceae	2	0,17	8	0,49	0,04	0,15	0,82
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae	4	0,34	4	0,25	0,06	0,23	0,81
<i>Norantea guianensis</i> Aubl.	Marcgraviaceae	4	0,34	4	0,25	0,05	0,2	0,78
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	Lythraceae	1	0,08	4	0,25	0,11	0,44	0,77
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Opiliaceae	2	0,17	8	0,49	0,03	0,11	0,77
<i>Amburana cf. acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	Fabaceae	2	0,17	8	0,49	0,02	0,09	0,75

Tabela 1: Continuação...

Espécies	Famílias	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	IVI
		De (Indivíduo/ha)	De (%)	Fr (%)	Fr (%)	Do (m ² /ha)	Do (%)	
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Rubiaceae	2	0,17	8	0,49	0,01	0,03	0,7
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	Myrtaceae	2	0,17	8	0,49	0,01	0,02	0,68
<i>Bauhinia cf. brevipes</i> Vogel	Fabaceae	2	0,17	8	0,49	0,01	0,02	0,68
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	2	0,17	4	0,25	0,05	0,2	0,62
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	1	0,08	4	0,25	0,03	0,13	0,46
<i>Machaerium amplum</i> Benth.	Fabaceae	1	0,08	4	0,25	0,01	0,05	0,38
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	Salicaceae	1	0,08	4	0,25	0,01	0,03	0,36
<i>Guettarda spruceana</i> Müll.Arg.	Rubiaceae	1	0,08	4	0,25	0,01	0,02	0,35
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	1	0,08	4	0,25	0	0,01	0,34
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	1	0,08	4	0,25	0	0,01	0,34
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	1	0,08	4	0,25	0	0,01	0,34
<i>Myrcia rufipes</i> DC.	Myrtaceae	1	0,08	4	0,25	0	0,01	0,34

Estrutura vertical

Os indivíduos apresentaram alturas entre 1,5 e 25 m, com 28% dos indivíduos amostrados (337) incluídos na primeira classe (de 1,5 a 5 m de altura), evidenciando características típicas de ambientes com bom índice de regeneração natural (Figura 7). Nesta classe, 29% dos indivíduos (98) são mortos. A maior parte dos indivíduos (686, ou seja, 58%) foi incluída na segunda classe de alturas (de 5,1 a 10 m). Essa classe de alturas, em conjunto com a terceira (de 10,1 a 15 m), caracteriza um dossel irregular, prevalecendo indivíduos de menor porte. Foram registrados 10% de indivíduos mortos na segunda classe (69) e 6% na terceira (7). As outras duas classes, de 15,1 a 25 m de altura, caracterizam a ocorrência de poucas árvores emergentes, incluindo juntas 4.5% dos indivíduos amostrados (54), sendo que 37% são indivíduos mortos (7).

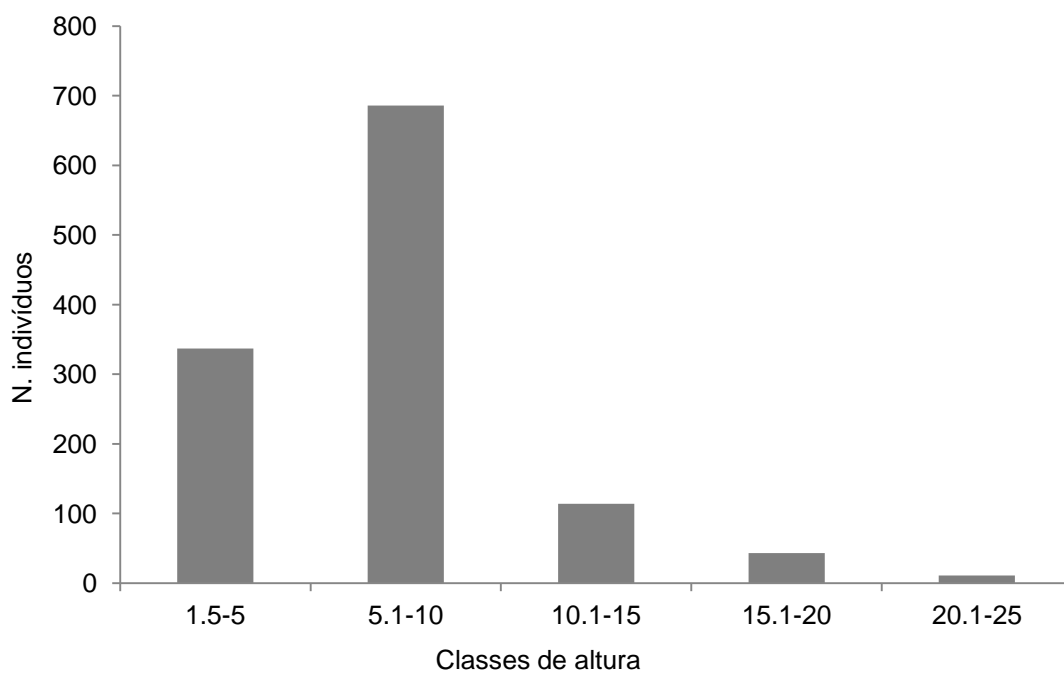


Figura 7. Classes de alturas dos indivíduos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.

A distribuição das classes de DAP de todos os indivíduos também foi organizada em cinco classes (Figura 8). Os indivíduos apresentaram de 5 a 57,4 cm de DAP, prevalecendo os indivíduos com valores de 5 a 14 cm. Esse resultado revelou um formato de J-invertido, um padrão típico de florestas tropicais, em que a maior parte dos indivíduos possui menores diâmetros e a menor parte atinge grande porte. Os indivíduos mortos apresentaram grande participação na estrutura horizontal da comunidade. Do total de indivíduos amostrados, 15,2% são mortos com uma área basal de 5,4 m².ha⁻¹, contribuindo para a importância da categoria morta na estrutura da área.

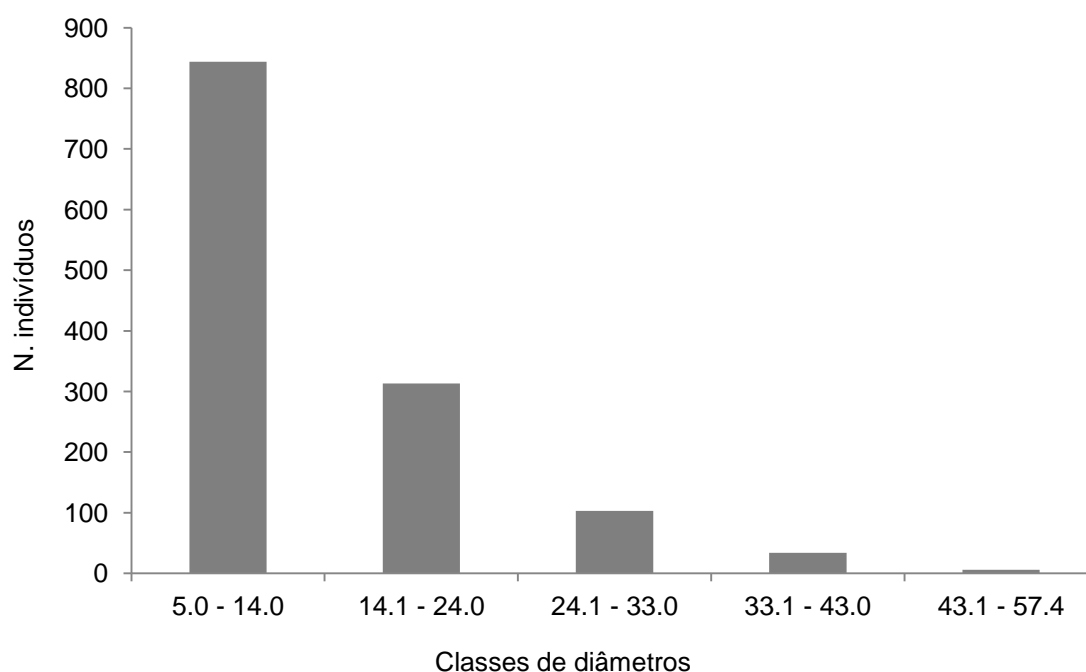


Figura 8. Classes de diâmetro dos indivíduos da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional, Mato Grosso, Brasil.

Mecanismos de Mortalidade do componente arbóreo

Os resultados relacionados ao IVI levam a importantes questões sobre o ecossistema estudado. A principal seria relacionada ao índice de indivíduos mortos do componente arbóreo. Consideramos que a abundância dos indivíduos mortos na área pode estar associada aos processos de

dinâmica natural da vegetação sobre o afloramento rochoso estudado. Ao analisarmos exploratoriamente as condições das árvores mortas (Anexo 1: flag 2), registramos 74 indivíduos mortos em pé, 27 mortos com o tronco quebrado e quatro mortos desenraizados. Dos 74 indivíduos mortos em pé, 49 estavam isolados, sendo 20, aparentemente atingidos por raio (Tabela 2), evento que ocorre com alta frequência na região, inclusive no topo das serras das RPPNs Mirante da Serra e Gavião Real (SRF, comunicação pessoal). Dados do INPE/ELAT colocam Alta Floresta, que faz divisa com o município de Novo Mundo na Região do Cristalino, entre os 10 municípios de Mato Grosso com maior densidade de descargas elétricas atmosféricas ($11,14 \text{ Km}^{-2}.\text{ano}^{-1}$).

Dos 27 indivíduos mortos quebrados, 16 foram registrados mortos sozinhos e 10 num evento de morte múltipla, sendo que essas duas condições agrupam 13 indivíduos para os quais se desconhece o processo de mortalidade. Porém, algumas informações adicionais puderam ser realizadas. Dos 13 indivíduos, 10 apresentavam epifitismo caracterizado pela ocorrência de *Philodendron acutatum* Schott (Araceae). Dentro da classificação de epífitas, *P. acutatum* pode ser considerada uma hemiepífita secundária. Esta espécie inicia seu ciclo de vida germinando no solo e, posteriormente, escala os forófitos até perder totalmente o contato com o solo (KERSTEN, 2006). Ao contrário das holoepífitas ou epífitas propriamente ditas, as hemiepífitas geralmente exercem efeitos negativos sobre os forófitos, podendo ser mecânicos, via estrangulamento, ou competindo por luz e espaço (COELHO, 2005). Neste sentido, supomos que, dependendo do grau de infestação por *P. acutatum*, o componente arbóreo da área estudada sofre algum estresse que prejudica a fitossanidade e resulta em mortalidade de indivíduos. Um exemplo observado está relacionado ao peso que essa hemiepífita exerce, provocando a quebra dos fustes ou o tombamento dos forófitos de pequeno porte. Além de *Philodendron acutatum*, observamos infestações por lianas, cupins e por espécies de *Ficus* como prováveis agentes do processo de mortalidade do componente arbóreo (Figura 9).

Em uma observação geral, constatamos que são poucas as lianas presentes na área que possuem 5 cm de DAP. Estretanto essas poucas lianas

observadas (oito no total), exerciam efeito estrangulador nos indivíduos arbóreos em que estavam presentes. Outras árvores apresentaram até 95% da copa infestada por trepadeiras. Não há lianas com 10 cm de DAP, conforme o critério de inclusão recomendado no protocolo de lianas da Rede RAINFOR (PHILLIPS, 2016). Portanto, estudos que visarem investigar a estrutura de lianas na área deverão se adequar à realidade da mesma.

Tabela 2: Mecanismos e processos de mortalidade do componente arbóreo registrado na Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso na RPPN Mirante de Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional. **Legenda:** N. Indivíduo= Número de indivíduos mortos. Letra com fonte em negrito com códigos de **a** até **m**= Mecanismo físico da mortalidade. Letra com fonte em negrito com os códigos **p**, **q** e **r**= Evento de mortalidade quanto ao número de indivíduos vivos. Letra com fonte normal= Processos envolvidos na mortalidade do componente arbóreo.

Morte do componente arbóreo	N. Indivíduo
a= Morta em pé	74
p= Morta isolada	49
2= Morta por liana	2
4= Morta por competição com estrangulador / liana [a árvore morreu em pé]	1
o= Raio	20
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	21
t= “Assassina” de pelo menos outra árvore	1
u= Morta por outra árvore, sem mais observações	2
z= Morta por estrangulador	2
q= Morreu num evento de morte múltipla	23
3= Morta por peso de estrangulador / liana [a árvore morreu quebrada ou caída]	2
o= Raio	13
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	5
v= Morta por outra árvore que morreu quebrada	1
x= Morta por ramos caídos de uma árvore morta em pé	1
y= Morta por ramos caídos de árvore viva	1

Tabela 2: Continuação

Morte do componente arbóreo	N. Indivíduo
r= Evento de mortalidade quanto ao número de indivíduos desconhecido	2
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	2
b= Quebrada (tronco partido)	27
p= Morta isolada	16
3= Morta por peso de estrangulador / liana [a árvore morreu quebrada ou caída]	1
o= Raio	2
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	10
y= Morta por ramos caídos de árvore viva	1
z= Morta por estrangulador	2
q= Morreu num evento de morte múltipla	10
o= Raio	2
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	3
v= Morta por outra árvore que morreu quebrada	2
w= Morta por outra árvore que morreu desenraizada	1
y= Morta por ramos caídos de árvore viva	2
r= Evento de mortalidade quanto ao número de indivíduos desconhecido	1
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	1
c= Desenraizada (raiz virada para cima)	4
p= Morta isolada	3
o= Raio	1
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	1
v= Morta por outra árvore que morreu quebrada	1

Tabela 2: Continuação

Morte do componente arbóreo	N. Indivíduo
q= Morreu num evento de morte múltipla	1
t= “Assassina” de pelo menos outra árvore	1
d= Morta em pé ou quebrada, provavelmente em pé (sem desenraizamento)	41
p= Morta isolada	20
2= Morta por liana	1
o= Raio	9
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	6
u= Morta por outra árvore, sem mais observações	2
y= Morta por ramos caídos de uma árvore viva	1
z= Morta por estrangulador	1
q= Morreu num evento de morte múltipla	16
o= Raio	9
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	2
t= “Assassina” de pelo menos outra árvore	2
u= Morta por outra árvore, sem mais observações	1
x= Morta por ramos caídos de uma árvore morta em pé	1
z= Morta por estrangulador	1
r= Evento de mortalidade quanto ao número de indivíduos desconhecido	5
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	5
e= Morta em pé ou quebrada, provavelmente quebrada (sem desenraizamento)	26
p= Morta isolada	10
3= Morta por peso de estrangulador / liana [a árvore morreu quebrada ou caída]	1

Tabela 2: Continuação

Morte do componente arbóreo	N. Indivíduo
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	4
x= Morta por ramos caídos de uma árvore morta em pé	1
y= Morta por ramos caídos de uma árvore viva	4
q= Morreu num evento de morte múltipla	14
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	1
v= Morta por outra árvore que morreu quebrada	4
w= Morta por outra árvore que morreu desenraizada	3
x= Morta por ramos caídos de uma árvore morta em pé	3
y= Morta por ramos caídos de uma árvore viva	3
r= Evento de mortalidade quanto ao número de indivíduos desconhecido	2
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	2
f= Morta em pé ou quebrada (sem desenraizamento)	5
p= Morta isolada	4
2= Morta por liana	1
4= Morta por competição com estrangulador / liana [a árvore morreu em pé]	1
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	1
y= Morta por ramos caídos de uma árvore viva	1
q= Morreu num evento de morte múltipla	1
x= Morta por ramos caídos de uma árvore morta em pé	1
g= Quebrada ou desenraizada, provavelmente desenraizada	1
p= Morta isolada	1
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	1

Tabela 2: Continuação

	N. Indivíduo
Morte do componente arbóreo	
i= Quebrada não desenraizada	1
p= Morta isolada	1
3= Morta por peso de estrangulador / liana [a árvore morreu quebrada ou caída]	1
m= Mecanismo de mortalidade desconhecido	2
r= Evento de mortalidade quanto ao número de indivíduos desconhecido	2
s= Não foi possível definir o provável processo de mortalidade envolvido	2
Total geral	181



Figura 9. Processos de mortalidade do componente arbóreo. **A:** Infestação por cupins; **B:** Infestação por *Philodendron acutatum* Schott; **C:** Estrangulamento por liana; **D:** Estrangulamento por *Ficus*.

Composição florística das espécies lenhosas

A partir da compilação dos dados em nosso estudo e dos materiais depositados no HERBAM, listamos para a vegetação sobre afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra 126 espécies lenhosas, 95 gêneros e 39 famílias. Dessas espécies, oito foram identificadas até o nível de gênero devido à complexidade dos grupos e da ausência de material fértil (Tabela 3). As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (20), Malvaceae (13), Apocynaceae e Rubiaceae (oito espécies cada) e Bignoniaceae e Myrtaceae (sete cada).

Nota-se que: ao incluirmos as espécies arbustivas e lianescentes, a riqueza da família Fabaceae dobrou, sendo registradas outras 10 espécies, além daquelas pertencentes ao componente arbóreo, medido nas subparcelas

que atigiu o critério de inclusão para a análise de estrutura. Das 20 espécies registradas, 10 espécies pertencem a Subfamília Papilionoideae. Além de manter Fabaceae como a família mais diversa nos afloramentos rochosos da RPPN Mirante da Serra, estes dados corroboram que das leguminosas registradas pelo menos 50% são potenciais fixadoras de nitrogênio, um importante atributo que garante sucesso a família colonizar os mais variados ambientes (COLLETA, 2010; MACEDO, 2010).

Os gêneros com maior diversidade em número de espécies na área estudada foram *Eugenia* L. (Myrtaceae), com cinco espécies, e *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) e *Ficus* L. (Moraceae), com quatro espécies cada. Estes três gêneros estão entre os mais importantes das suas respectivas famílias, com ampla distribuição e elevada diversidade nos neotrópicos, sendo *Ficus* e *Eugenia* pantropicais (TRÓPICOS, 2017). No Brasil, já foram relatadas 387 espécies de *Eugenia*, sendo 302 endêmicas (BFG, 2015). No entanto, à medida que os tratamentos taxonômicos são finalizados, há uma tendência de crescente atualização das informações pelo projeto Flora do Brasil 2020. Atualmente, são relatadas para *Eugenia* 384 espécies (297 endêmicas), com maior concentração encontrada na Mata Atlântica (256) e depois na Amazônia (92) (Flora do Brasil 2017). Já para *Aspidosperma*, são relatadas 42 espécies (13 endêmicas) e 83 (22 endêmicas) para o gênero *Ficus*, ambos com maior concentração na Amazônia (25 e 55 espécies, respectivamente) (FLORA DO BRASIL, 2017). A exemplo deste estudo, os gêneros *Aspidosperma*, no estudo de Salis et al. (2004), e *Eugenia*, no estudo de Ivanauskas et al. (1999), também estão entre aqueles com maior riqueza.

A partir desse estudo adicionamos 17 táxons (1,2%) à Flora do Cristalino, que passou a totalizar 1.383 espécies (ZAPPI et al., 2011). Esse incremento de espécies pode ser considerado satisfatório quando considerado o esforço amostral empregado, com coletas mensais realizadas ao longo de 13 meses. Além disso, a amostragem se concentrou em apenas uma área de afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra, onde ocorre a Floresta Estacional Decidual. Esta formação florestal corresponde a menos de 5% da área total do Cristalino e foi uma das fitofisionomias com menor amostragem (80 espécies) pelos inventários do Programa Flora do Cristalino (SASAKI et al.,

2010; ZAPPI et al., 2011). Dentre as 17 espécies acrescentadas à Flora do Cristalino, sete são arbóreas, quatro arbustivas e seis são lianas. *Croton hadrianii* Baill. e *Pseudobombax tomentosum* (Mart.) A.Robyns tiveram suas identificações complementadas a partir das coletas feitas durante nosso estudo. Essas duas espécies foram coletadas nos inventários anteriores, mas se encontravam depositadas no HERBAM identificadas em nível genérico.

Outras espécies que destacamos no presente levantamento são *Campomanesia grandiflora* e *Eugenia dysenterica*, ambas pertencentes à família Myrtaceae. A espécie *C. grandiflora* é um novo registro para o Estado de Mato Grosso, cuja distribuição no Brasil restringia-se aos estados da Região Norte, à Bahia e ao Maranhão (SOBRAL et al., 2015). *Eugenia dysenterica* é um novo registro para a Amazônia, cuja distribuição é confirmada nas mais variadas formações savânicas e florestais no Brasil e na Bolívia, mas no Brasil sua ocorrência só é citada para os Domínios do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (SOBRAL et al., 2015). Essas espécies vegetais encontradas em uma localidade específica circundada por vários trechos de outro ecossistema são denominadas “relictos” (AB’ SABER, 2003).

Tabela 3: Espécies lenhosas da Floresta Estacional Decidual sobre afloramento rochoso da RPPN Mirante da Serra, região do Cristalino, Amazônia Meridional. Legenda: Forma de vida (ab: arbusto, av: árvore, he: hemiepífita, li: liana, cs: cipó sublenhoso e pa: palmeira); Ocorrência: Com base nos dados das exsicatas depositadas no HERBAM (Da: Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Ds: Floresta Ombrófila Densa Submontana, As: Floresta Ombrófila Aberta Submontana, C: Floresta Estacional Decidual, F: Floresta Estacional Semidecidual, Cra: “Campo Rupestre da Amazônia”, Ld/Lg: Campinarana Florestada e Gramíneo-lenhosa e Pa: Formações Pioneiras com Influência Fluvial); RMS: Reserva Particular do Patrimônio Natural Mirante da Serra; PEC: Parque Estadual do Cristalino e Voucher: Coletores e números de coleta (mv: material vegetativo e *il*: identificação *in loco*).

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
Anacardiaceae					
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	av	As; C	x	x	Indivíduo 628
<i>Spondias mombin</i> L.	av	C; Cra	x	x	<i>il</i>
Apocynaceae					
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. & Zucc.	av	C; F	x	x	Da Silva, D.R. 128
<i>A. multiflorum</i> A.DC.	av	C; F; Cra	x	x	Sasaki, D. 2248
<i>A. subincanum</i> Mart.	av	C	x		Indivíduo 360
<i>Aspidosperma</i> sp.	av	C	x		Indivíduo 349
<i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum.	li	C	x	x	Da Silva, D.R. 146

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
<i>Marsdenia cf. macrophylla</i> (Humb. & Bonpl.) E.Fourn.	ab, li	C	x	x	Da Silva, D.R. 118
<i>M. weddellii</i> (Fourn.) Malme	li	C	x	x	Da Silva, D.R. 137
<i>Odontadenia</i> sp.	li	C	x		Morfotipo 71
Arecaceae					
<i>Bactris acanthocarpa</i> Mart.	pa	Ds; F	x	x	Sasaki, D. 1180
<i>Syagrus cocooides</i> Mart.	pa	C	x	x	Da Silva, D.R. 141
Aristolochiaceae					
<i>Aristolochia</i> sp.	li	C	x		Morfotipo 28
Bignoniaceae					
<i>Adenocalymma impressum</i> (Rusby) Sandwith	li	C	x		Ribeiro, R.S. 250
<i>Fridericia cinnamomea</i> (DC.) L.G.Lohmann	li	C; Cra	x		<i>il</i>
<i>Handroanthus capitatus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 119
<i>H. serratifolius</i> (Vahl) S.Grose*	av	C	x		Koch, A.K. 843
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	li	As; C; F; Cra	x	x	<i>il</i>
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	av	C; F	x		Henicka, G.S. 107
<i>Tynanthus polyanthus</i> (Bureau ex Baill.) Sandwith	li	As; C; F	x	x	Sasaki, D. 1625

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
Bixaceae					
<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	av	C; Cra	x	x	Sasaki, D. 1337
	ab	C	x	x	Da Silva, D.R. 95
<i>C. regium</i> (Mart. ex Schrank) Pilg.					
Calophyllaceae					
<i>Kielmeyera regalis</i> Saddi	av, ab	F; Ld/Lg; Cra	x	x	Henicka, G.S. 111
Caricaceae					
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	av	F; As	x	x	Morfotipo 10
Clusiaceae					
<i>Clusia panapanari</i> (Aubl.) Choisy	ab, he	C	x	x	Sasaki, D. 1606
<i>C. weddelliana</i> Planch. & Triana	av, he	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 186
Combretaceae					
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	av	C; Cra	x	x	Gallo, S.C. 190
<i>Combretum laxum</i> Jacq.	li	Da; As; C; Pa	x	x	Da Silva, D.R. 184
Connaraceae					
<i>Connarus coriaceus</i> G.Schellenb.	li	As; C; Cra	x		Sasaki, D. 2234a

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
Cucurbitaceae					
<i>Siolmatra pentaphylla</i> Harms*	li, cs	C	x		Gallo, S.C. 69
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum anguifugum</i> Mart.	av, ab	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 138
<i>E. leptoneurum</i> O.E.Schulz	ab	C	x		Da Silva, D.R. 125
Euphorbiaceae					
<i>Croton hadrianii</i> Baill.*	ab	C	x	x	Da Silva, D.R. 168
<i>Manihot anomala</i> Pohl	ab	C	x		Gallo, S.C. 71
<i>M. tristis</i> Müll.Arg.	ab, li	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 145
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	av	F	x		<i>il</i>
Fabaceae					
<i>Amburana cf. acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	av	F	x		Indivíduo 878
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	av	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 134
<i>Bauhinia cf. brevipes</i> Vogel*	av, ab	C	x		Da Silva, D.R. 180
<i>B. depauperata</i> Glaz.	ab	C; Cra	x		Henicka, G.S. 17
<i>Bauhinia cf. rufa</i> (Bong.) Steud.*	ab	C	x		Da Silva, D.R. 181
<i>Camptosema ellipticum</i> (Desv.) Burkart	li, cs	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Gallo, S.C. 123

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
<i>Chamaecrista</i> cf. <i>brevicalyx</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby*	ab	C	x		Da Silva, D.R. 163
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.M.Grimes	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 188
<i>Dalbergia gracilis</i> Benth.	ab, li	C; Pa	x	x	Sasaki, D. 1618
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	av	F	x		Nascimento, J. 34
<i>Erythrina fusca</i> Lour.	av	C; F	x	x	Gallo, S.C. 190
<i>E. ulei</i> Harms	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 93
<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.*	ab, cs	C	x		Da Silva, D.R. 148
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	av	Da; Ds; C; F	x	x	P.F.C. 241
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	av	C	x	x	Gallo, S.C. 34
<i>M. amplum</i> Benth.	av; ab; li	C	x		Gallo, S.C. 193
<i>Periandra coccinea</i> (Schrad.) Benth.	li, cs	C	x		Da Silva, D.R. 175
<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	av	C	x	x	P.F.C. 239
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	av	As; C; F; Pa	x	x	<i>il</i>
<i>S. tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	ab, li	C	x		<i>il</i>
Lamiaceae					
<i>Amasonia lasiocaulos</i> Mart. & Schauer ex Schauer*	ab	C	x		Ribeiro, R.S. 219
<i>Vitex polygama</i> Cham.	av	C	x	X	Da Silva, D.R. 132

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
Loganiaceae					
<i>Strychnos araguaensis</i> Krukoff & Barneby	li	C	x		Nascimento, J. 32
Lythraceae					
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	av	C	x		P.F.C. 289
Malpighiaceae					
<i>Banisteriopsis megaphylla</i> (A.Juss.) B.Gates	li	C	x	x	Da Silva, D.R. 143
<i>B. stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	li	C	x	x	Sasaki 1936
<i>Diplopterys lutea</i> (Griseb.) W.R.Anderson & C.C.Davis	li	C	x		P.F.C. 466
<i>Janusia janusioides</i> (A.Juss.) W.R.Anderson*	li	C	x		Da Silva, D.R. 193
Malvaceae					
<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K.Schum.	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 153
<i>C. speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	av	C	x	x	Henicka, G.S. 32
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	av	C; F	x	x	Sasaki, D. 2465
<i>Helicteres brevispira</i> At.St.-Hil.	ab	C	x	x	<i>il</i>
<i>H. muscosa</i> Mart.	ab	C	x	x	Da Silva, D.R. 922
<i>H. pentandra</i> L.	ab	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 194
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 124

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
<i>Mollia lepidota</i> Spruce ex Benth.	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 139
<i>Pachira paraensis</i> (Ducke) W.S.Alverson	av	Ds; C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 190
<i>Peltaea</i> sp.	ab	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 171
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A.Robyns	av	Ds; C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 189
<i>P. tomentosum</i> (Mart.) A.Robyns*	av	C	x		Da Silva, D.R. 185
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	av	Ds; F	x	x	Da Silva, D.R. 98
Marcgraviaceae					
<i>Norantea guianensis</i> Aubl.	av, ab, li	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 116
Melastomataceae					
<i>Ernestia</i> sp.	ab	C	x		Da Silva, D.R. 150
<i>Mouriri apiranga</i> Spruce ex Triana	av	As; C; Ld/Lg; Pa	x	x	Gallo, S.C. 188
<i>Tibouchina barbiger</i> (Naudin) Baill.	av	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 162
Meliaceae					
<i>Cedrela odorata</i> L.	av	Ds; C	x	x	Gallo, S.C. 185
Menispermaceae					
<i>Odontocarya</i> cf. <i>tamoides</i> (DC.) Miers	li	C	x		Morfotipo 55

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
Moraceae					
<i>Ficus amazonica</i> (Miq.) Miq.	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 94
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	av, he	C	x	x	Sasaki, D. 2028
<i>Ficus</i> cf. <i>schumacheri</i> (Liebm.) Griseb.*	av, he	C	x		Da Silva, D.R. 167
<i>Ficus</i> sp.	av, he	C	x		Indivíduo 5
Myristicaceae					
<i>Compsonaura ulei</i> Warb.	av	Da; Ds; As; F	x	x	Sasaki, D. 1225
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	av	Da; Ds; C	x	x	Nascimento, J. 36
Myrtaceae					
<i>Campomanesia grandiflora</i> (Aubl.) Sagot*	av	C	x		Gallo, S.C. 29
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	av	C	x	x	Gallo, S.C. 100
<i>E. dysenterica</i> (Mart.) DC.*	av	C	x		Da Silva, D.R. 129
<i>E. flavescens</i> DC.	av; ab	C	x	x	Da Silva, D.R. 121
<i>E. stictopetala</i> Mart. ex DC.	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 131
<i>Eugenia</i> sp.	av	C	x		Indivíduo 1035
<i>Myrcia rufipes</i> DC.	av; ab	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 97

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
Ochnaceae					
<i>Ouratea</i> sp.	av	C	x		Da Silva, D.R. 100
Opiliaceae					
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	av	C	x		Indivíduo 994
Polygalaceae					
<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.	li	C; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 187
<i>B. lucida</i> (Benth.) Klotzsch ex Hassk.	li	C; Cra	x	x	Ribeiro, R.S. 135
<i>Securidaca diversifolia</i> (L.) S.F.Blake	li	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Ribeiro, R.S. 134
Rhamnaceae					
<i>Gouania colurnifolia</i> Reissek*	li	C	x		Da Silva, D.R. 177
Rubiaceae					
<i>Bertiera guianensis</i> Aubl.	av, ab	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 130
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	av	C; F; Cra	x	x	Zappi, D.C. 1445
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	av	C; F; Ld/Lg; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 140
<i>Dialypetalanthus fuscescens</i> Kuhlmann	av	C; F; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 127
<i>Guettarda spruceana</i> Müll.Arg.	av	C	x	x	Sasaki, D. 1850
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	av, ab	As; C; F; Pa	x	x	Gallo, S.C. 24

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
Espécies					
<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.	av	C	x		Indivíduo 134
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerem.	av	C; Cra; Ld/Lg	x	x	Sasaki, D. 1607
Rutaceae					
<i>Ertela trifolia</i> (L.) Kuntze	ab	C	x	x	Sasaki, D. 1535
<i>Esenbeckia pilocarpoides</i> Kunth	av, ab	C; F	x	x	Sasaki, D. 1218
<i>Metrodorea flavida</i> K.Krause	av	Ds; As; C; F	x	x	<i>il</i>
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	av	C; F	x	x	Sasaki, D. 1216
Salicaceae					
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	av	C	x	x	P.F.C. 261
<i>C. pitumba</i> Sleumer	av	C	x		Indivíduo 151
Sapindaceae					
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	ab	C	x	x	Ribeiro, R.S. 223
Trigoniaceae					
<i>Trigonia laevis</i> Aubl.*	li	F; C; Pa	x		Da Silva, D.R. 157
<i>T. nivea</i> Cambess.	li	As; C	x	x	Ribeiro, R.S. 136
Urticaceae					
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	av	Ds; C	x	x	<i>il</i>

Tabela 3: Continuação

Família	Forma de vida	Ocorrência	RMS	PEC	Voucher
<i>Espécies</i>					
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	ab	F; Cra	x	x	<i>il</i>
Vitaceae					
<i>Cissus erosa</i> Rich.	cs	Da; As; C	x	x	Da Silva, D.R. 147
<i>C. duarteana</i> Cambess.	li	C; Ld/Lg; Cra	x	x	Da Silva, D.R. 142
<i>C. tinctoria</i> Mart.*	li	C	x		Da Silva, D.R. 176
Vochysiaceae					
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	av	C	x	x	Da Silva, D.R. 133
<i>Qualea dinizii</i> Ducke*	av	F	x		Da Silva, D.R. 192

* Espécies incrementadas à Flora do Cristalino.

Neste estudo compilamos 65 espécies arbóreas (incluindo quatro hemiepífitas: *Clusia weddelliana*, *Ficus obtusifolia*, *Ficus* cf. *schumacheri* e *Ficus* sp.), 18 arbustos (incluindo a hemiepífito *Clusia panapanari*), 29 lianas (incluindo os cipós sublenhosos) e duas espécies de palmeiras. Além destas, quatro espécies foram registradas como arbustos ou lianas: *Marsdenia* cf. *macrophylla* (Apocynaceae), *Manihot tristis* (Euphorbiaceae), *Dalbergia gracilis* e *Senegalia tenuifolia* (Fabaceae); sete como árvores ou arbustos: *Kielmeyera regalis* (Calophyllaceae), *Erythroxylum anguifugum* (Erythroxylaceae), *Eugenia flavescens* e *Myrcia rufipes* (Myrtaceae), *Bertiera guianensis* e *Randia armata* (Rubiaceae) e *Esenbeckia pilocarpoides* (Rutaceae). As espécies *Machaerium amplum* Benth. (Fabaceae) e *Norantea guianensis* Aubl. (Marcgraviaceae) foram encontradas como árvores, arbustos ou lianas. A variabilidade da forma de vida destas espécies representa suas estratégias competitivas e a sua alta capacidade de adaptação frente às condições impostas pelo ambiente (VIA et al., 1995). Considerando esses autores, acreditamos que o isolamento, aliado à característica pedológica e a sazonalidade climática regional, são fatores que favorecem a plasticidade da forma de vida das espécies na área estudada.

O afloramento rochoso estudado parece possuir uma boa afinidade florística com outros ambientes da região do Cristalino, apesar de apresentar a maior parte de espécies ocorrentes sendo exclusivas. Das 126 espécies compiladas neste estudo, 66 foram exclusivas da Floresta Estacional Decidual, 50 compartilhadas com as fitofisionomias vizinhas e nove espécies foram registradas apenas nas fitofisionomias vizinhas (Tabela 3). Contudo, ressaltamos que pode haver uma influência do esforço amostral intensificado na área do afloramento rochoso aqui estudado. Além disso, durante a elaboração da Flora do Cristalino, as coletas se intensificaram nas áreas de Floresta Ombrófila Densa e esforço amostral menor para as áreas de afloramentos (e.g. ZAPPI et al., 2011), ainda assim, os autores evidenciaram diferenças na diversidade de espécies entre essas áreas.

Conclusões

Os afloramentos dessa faixa marginal sul da Amazônia salvaguardam componentes florísticos típicos do Cerrado (e.g. *Eugenia dysenterica*), outros tipicamente amazônicos (e.g. *Campomanesia speciosa*), o que provavelmente é resultado da confluência das diversidades geomorfológica, de solos e fitofisionômica que caracterizam a região do Cristalino. A sazonalidade climática parece ser fator chave para explicar a semelhança na diversidade de espécies com outros ambientes rochosos ocorrentes na faixa de transição Cerrado-Amazônia.

A estrutura comunitária arbórea dos afloramentos rochosos na Amazônia também possui importante participação de espécies pouco abundantes, em contraste a poucas espécies que dominam esses ecossistemas. Os elementos florísticos da Floresta Estacional Decidual sobre Afloramentos Rochosos possuem pouca afinidade com a vegetação de entorno, corroborando afirmações sobre a contribuição dos ambientes rochosos na diversidade de habitats e, conseqüentemente, de espécies nas regiões em que se fazem presentes.

Os valores dos índices de diversidade corroboram afirmações acerca dos modelos que propõem menor diversidade de florestas tropicais secas em relação às florestas tropicais pluviais. Entretanto, os resultados de incremento de espécies para a Flora do Cristalino, com algumas sendo novos registros para o Mato Grosso e outras para a Amazônia, reforçam a necessidade de investigações desses afloramentos que ocorrem formando um corredor de ilhas de vegetação rupestre em meio às florestas pluviais da borda sul-amazônica. Esse corredor de vegetação rupestre, abrangendo o norte de Mato Grosso e o sul do Pará, pode ser determinante para uma distribuição mais ampla de algumas espécies, como aquelas espécies com dispersão anemocórica.

Referências Bibliográficas

AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.159p.

ALMEIDA, E. A.; SOARES-LOPES, C. R. A.; RODRIGUES, L.; SIMÃO, S. S.; FERNANDES, J. M. Estrutura fitossociológica de floresta estacional decidual submontana e floresta ombrófila aberta submontana em Alta Floresta, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19, p.1058-1078, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVER, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013.

ANDERSON, M. G. & FERREE, C. E. Conserving the stage: climate change and the geophysical underpinnings of species diversity. **PloS One**, v. 5, n. 7, p. 1 – 10, 2010.

APG IV. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1 – 20, 2016.

ARAUJO, R. A.; COSTA, R. B.; FELFILI, J. M.; KUNTZ, I. G.; SOUSA, R. A. T. M.; DORVAL, A. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. **Acta Amazônica**, v. 39, n.4, p. 865 – 878, 2009.

ARRUDA, L. & DANIEL, O. Florística e diversidade em um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em Dourados, MS. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago., 2007.

BARRETO, M. R. & PEZZINI, L. A. Diversidade de insetos capturados com armadilha luminosa. In: RODRIGUES, D. J.; NORONHA, J. C.; VINDICA, V. F.; BARBOSA, F. R. **Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino**. Sinop (MT): Attema Editorial, 2015, Cap. 8, p.110-123.

BENITES, V. M.; CIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 76 – 85, jan-jul. 2003.

BFG – The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085 – 1113, 2015.

BURNHAM, K. P. & OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. **Ecology**, v. 60, p. 927 – 936, 1979.

CABRAL, F. F. **Levantamento florístico e fitossociológico do “Parque Ecológico Municipal Leopoldo Linhares Fernandes”, Alta Floresta, Mato Grosso, Amazônia Meridional, Brasil**. Alta Floresta-MT: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2010. 121p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas) – Campus de Alta Floresta: UNEMAT, 2010.

CAIAFA, A. N. & SILVA, A. F. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais — Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 163 – 173, 2005.

CAMPOS, E. P.; DUARTE, T. G.; NERI, A. V.; SILVA, A. F.; MEIRA-NETO, J. A. A.; VALENTE, G. E. Composição florística de um trecho de cerradão e cerrado *sensu stricto* e sua relação com o solo na Floresta Nacional (FLONA) de Paraopeba, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 471 – 479, 2006.

COELHO, L. F. M. **Ecologia de hemiepífitas estranguladoras no Parque Estadual da Ilha do Cardoso**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro-SP, 2005.

COLETTA, L. D. **Estudo da fixação biológica de nitrogênio em leguminosas (família Fabaceae) arbóreas tropicais através do enriquecimento isotópico do ¹⁵N**. 2010. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

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**, v. 19, p. 141 – 169, 2000.

CONCEIÇÃO, A. A. & PIRANI, J. R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 85 – 111, 2005.

CONDIT, R. **Tropical Forest census plots**. Springer Verlag, Berlim and R. G. Landes Company, Georgetown, Texas, 1998.

CPTEC/INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Previsão Climática: Precipitação acumulada Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2017. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 15/07/2017.

FERNANDES, I. & BAPTISTA, L. R. M. Levantamento da flora vascular reposte do Morro Sapucaia e Morro de Cabrito, Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, n. 2, p. 95 – 102, 1988.

FERREIRA JÚNIOR, E. V.; SOARES, T. S.; COSTA, M. F. F.; SILVA, V. S. M. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia – MT. **Acta Amazônica**, v.38, n.4, p.673-680, 2008.

FIDALGO, O. & BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 61 p.

FIGUEIREDO, P. S.; RIBEIRO, E. K. M. D.; LACERDA, D. M. A.; EMÍLIA, C. G. Estratégia reprodutiva de *Cochlospermum orinocense* (Kunth) Steud.: fenologia, biologia floral e sistema de cruzamento em uma espécie pioneira de florestas na Amazônia. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.4, p.781-792. 2009.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

GENTRY, A. H. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina, (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 146 – 194, 1995.

GODENBERG, R.; BAUMGRATZ, J.F.A.; SOUZA, M.L.D.R. Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p. 145 – 161, 2012.

GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. Estimating species richness. In: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. editors. **Biological diversity: frontiers in measurement and assessment**. Oxford University Press, New York, New York, USA. Chapter 14, pages 39 – 54, 2011.

Haidar, R. F.; Felfili Fagg, J. M.; Pinto, J. R. R.; Dias, R. R.; Damasceno, G.; Silva, L. C. R.; Fagg, C. W.; Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 3, p. 261 – 290, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de solos do Brasil**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2001. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 3 ed. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. 2 ed. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

INPE/ELAT - Grupo de Eletricidade Atmosférica. Ranking de municípios: Mato Grosso. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/ranking.de.municipios.php>>. Acesso em 01 ago. 2017.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Estrutura de um trecho de floresta amazônica na Bacia do Alto Rio Xingu. **Acta Amazônica**, v. 34, n.2, p.275-299, 2004.

_____. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 387 – 402, 2008.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 33, n. 3, p. 291 – 304, 2000.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **ScientiaForestalis**, n.56, p.83-99, dez., 1999.

JUMPPONEN, A.; VÄRE, H.; MATTSON, K. G.; OHTONEN, R.; TRAPPE, J. M. Characterization of 'safe sites' for pioneers in primary succession on recently deglaciated terrain. **Journal of Ecology**, v. 87, n. 1, p. 98 – 105, 1999.

KERSTEN, R. A. **Epifitismo vascular na Bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. 2006. 231 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal – Conservação da Natureza). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

KUNZ, S. H.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, E.; STEFANELLO, D. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um trecho de Floresta Estacional Perenifolia na Fazenda Trairão, Bacia do rio das Pacas, Querência-MT. **Acta Amazônica**, v.38, p.245-254, 2008.

LIMA, M. S.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A.; TANAKA, M. O. Aspectos estruturais da comunidade arbórea em remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, MS, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, n. 3, p. 437 – 453, 2010.

LPWG - The Legume Phylogeny Working Group. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66,n.1,p. 44 – 77, feb., 2017.

MACEDO, F. L. **Estimativa da fixação de N₂ através da composição da seiva do xilema e técnicas de diluição de ¹⁵N em *Anadenanthera falcata* (Benth) Speg. (Leguminosae – Mimosoideae)**. 2010. 57p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2010.

MARACAHIPES, L.; LENZA, E.; MARIMON, B. S.; OLIVEIRA, E. A. de; PINTO, J. R. R.; MARIMON JUNIOR, B. H. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 133 – 141, 2011.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento. **Distribuição da pluviosidade média anual (1983-1994)**. PRODEAGRO. Ministério da Integração Nacional, 2001a. Mapa A005. Escala 1: 1.500.000. Disponível em: <<http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/climatologia/rt/DSEE-CL-RT-002-A005.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2016.

_____. **Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso**. PRODEAGRO. Ministério da Integração Nacional, 2001b. Mapa A001. Escala 1: 1.500.000. Disponível em: <<http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/geologia/rt/DSEE-GL-RT-004-A001.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2016.

MELO, J. A. M.; SOARES-LOPES, C. R. A.; RODRIGUES, L.; PEDROGA, J. A.; FERNANDES, J. M. Estrutura e composição florística de uma floresta tropical caducifolia sobre afloramento rochoso, Amazônia Meridional, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 1602 – 1618, 2014.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, J. A. A.; KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 230 – 242, 2012.

MOURA, I. O.; RIBEIRO, K. T.; TAKAHASI, A. Amostragem da Vegetação em Ambientes Rochosos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. (Orgs.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de caso**. Volume 1. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. Cap. 9, p. 255 - 294.

MÜELLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New Jersey: The Blackburn Press, 2002. 547 p.

OLIVEIRA, M. I. U.; FUNCH, L. S.; LANDRUM, L. R. Flora da Bahia: *Campomanesia* (Myrtaceae). **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 12, n. 1, p. 91 – 107, 2012.

OLIVEIRA, R. B. & GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 37 – 48, 2007.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. 2017. **NeoTropTree, Flora arbórea da Região Neotropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação**. Universidade Federal de Minas Gerais. (<http://www.icb.ufmg.br/treetatlan/>).

PESSOA, M. J. G. **Composição florística e estrutura da vegetação lenhosa de savanas sobre afloramentos rochosos na transição Cerrado - Amazônia, MT**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos), Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta Floresta, 2014.

PHILLIPS, O.; BAKER, T.; FELDPAUSCH, T.; BRIENEN, R. **RAINFOR**: field manual for plot establishment and remeasurement. The Royal Society, 2016.

PRANCE, G. T. Islands in Amazônia. **Philosophical Transaction of the Royal Society**, v. 351, p. 823 – 833, 1996.

RICHARDS, P. W. **The Tropical Rain Forest**. 2ed. Cambridge University Press, Cambridge, USA. 1996, 575p.

RODRIGUES, L. **Florística e fitossociologia de uma floresta estacional decidual sobre afloramento rochoso, Fazenda Universal, Amazônia Meridional, Mato Grosso**. 2007. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT, 2007.

SALIS, S. M.; SILVA, M. P.; MATTOS, P. P.; SILVA, J. S. V.; POTT, V. J.; POTT, A. Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.671-684, out-dez. 2004.

SASAKI, D.; ZAPPI, D.; MILLIKEN, W.; HENICKA, G. S.; PIVA, J. H. **Vegetação e Plantas do Cristalino**: um manual. Alta Floresta: Royal Botanic Gardens, KEW / Fundação Ecológica Cristalino, 2010. 128p.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, n. 4, p. 517 – 524, 2002.

_____. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 561 – 568, 2007.

SCHERRER, D.; KÖRNER, C. Topographically controlled thermal-habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. **Journal of Biogeography**, v. 38, n. 2, p. 406 – 416, 2011.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac 2.1**: Manual do usuário. Campinas: UNICAMP, 2010.

SILVA, J. B. Panorama sobre a vegetação em afloramentos rochosos no Brasil. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 451 – 463, 2016.

SILVA, M. F. F.; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 1-2, p. 17 – 44, 1996.

SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L. Composição Florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.397-405, 2004.

SILVA, L. A. & 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 Paraná). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo-SP, v. 17, n. 2, p. 305 – 313, abr./jun., 2013.

SILVEIRA, F. A. O.; et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered *campo rupestre*: a neglected conservation priority. **Plant Soil**, August, 2015.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae. In **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23996>. Acesso em: 28 jul. 2017.

SPEZIALE, K. L. & EZCURRA, C. Rock outcrops as potential biodiversity refugia under climate change in North Patagonia. **Plant Ecology & Diversity**, v. 8, n. 3, p. 353 – 361, 2014.

TER STEEGE, H. et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, n. 6156, p. 325 – 333, 2013.

TER STEEGE, H. et al. Estimating the global conservation status of more than 15,000 Amazonian tree species. **Science Advances**, nov., 2015, 1: e1500936.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

VIA, S.; GOMULKIEWICZ, R.; DE JONG, G.; SCHEINER, S. M.; SCHILICHTING, C. D.; VAN TIENDEREN, P. H. Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. **Tree**, v. 10, n. 5, p. 212 – 217, 1995.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159 – 177, 2007.

VIANA, P. L. et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. **Rodriguésia**, v. 67, n. 5 (especial), p. 1.107 – 1.124, 2016.

WALTER, B. M. T. & GUARINO, E. S. G. Comparação do método de parcelas com o “levantamento rápido” para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito. **Acta botânica brasílica**, v. 20, n. 2, p. 285 – 297, 2006.

WISER, S. K. Comparison of Southern Appalachian high-elevation outcrop plant communities with their Northern Appalachian counterparts. **Journal of Biogeography**, v. 25, n. 3, p. 501 – 513, 1998.

ZAPPI, D. C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; IVA, J.; HENICKA, G. S.; BIGGS, N.; FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, norte de Mato Grosso, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 29 – 38, 2011.

ZAPPI, D. C.; MILLIKEN, W.; SOARES-LOPES, C. R. A.; LUCAS, E.; PIVA, J. H.; FRISBY, S.; BIGGS, N.; FORZZA, R. C. Xingu State Park vascular plant survey: filling the gaps. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 2, p. 751 – 778, 2016.

ZAPPI, D. C.; MIGUEL, L. M.; SOBRADO, S. V.; SALAS, R. M. Flora das cangas Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Rubiaceae. **Rodriguésia**, v. 68, n. 3 (especial), p. 1091 – 1137, 2017.

4. CAPÍTULO II

4.1. ESPÉCIES VEGETAIS FORA DO SEU ÓTIMO CLIMÁTICO PODEM ULTRAPASSAR FILTROS ECOLÓGICOS? O PAPEL DOS AMBIENTES ROCHOSOS NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA⁵

⁵ Artigo a ser submetido ao periódico "Biota Neotropica".

Resumo – (Espécies vegetais fora do seu ótimo climático podem ultrapassar filtros ecológicos? O papel dos ambientes rochosos na transição Cerrado-Amazônia). Padrões de distribuição de plantas podem ser explicados por filtros capazes de selecionar espécies que podem encontrar condições e recursos adequados a sua sobrevivência. A Modelagem de Distribuição de Espécies é uma ferramenta útil para compreendermos a distribuição dos diversos grupos de seres vivos. O nosso objetivo foi verificar se uma área de floresta sobre afloramento rochoso na transição Cerrado-Amazônia possui adequabilidade climática para ocorrência de uma espécie de Savana e outra de florestas úmidas. As espécies selecionadas foram *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., novo registro para o Domínio Fitogeográfico da Amazônia, e *Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot, novo registro para o Estado de Mato Grosso. Trabalhamos com variáveis térmicas e de precipitação como preditoras. Processamos modelos de distribuição de espécies com base em 10 algoritmos, sendo retidos para o modelo de consenso aqueles com desempenho bom ou ótimo. Os modelos detectaram baixa adequabilidade climática para as duas espécies na região de transição Cerrado-Amazônia. Para *E. dysenterica*, os modelos indicaram máxima adequabilidade climática para o Domínio do Cerrado, enquanto para *C. grandiflora*, os modelos indicaram alta adequabilidade climática para a Amazônia. A característica azonal do sítio amostrado tem papel decisivo no filtro ambiental que possibilita ocorrência de ambas as espécies. Nosso estudo reforça a importância de ambientes rochosos para a conservação da biodiversidade na transição Cerrado-Amazônia.

Palavras-chave: adequabilidade climática; distribuição de espécies; inselbergs.

Abstract – (Can plant species outside their climate optimum overcome ecological filters? The role of rocky environments in the Cerrado-Amazon transition). Plant distribution patterns can be explained by filters capable of selecting species that may find suitable conditions and resources. Species Distribution Modelling is an useful tool for understanding the distribution of different groups of living beings. Our objective was to verify if the Cerrado-Amazonian transition has a climatic suitability for the occurrence of one Savana species and another from moist forests. The selected species were *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., new record for the Phytogeographical Domain of the Amazon, and *Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot, new record for the State of Mato Grosso. We worked with thermal and precipitation variables as predictors. We processed species distribution models based on 10 algorithms, retaining those with good or optimal performance for the consensus model. The models detected low climatic suitability for the two species in the Cerrado-Amazonian transition region. For *E. dysenterica*, the models indicated maximum climate suitability for the Cerrado Domain, while for *C. grandiflora*, the models indicated high climatic suitability for the Amazon. The azonal characteristic of the sampled site plays a decisive role in the environmental filter that allows the occurrence of both species. Our study reinforces the importance of rocky environments for biodiversity conservation in the Cerrado-Amazon transition.

Key-words: climate suitability; species distributions; inselbergs.

Introdução

As áreas de distribuição de espécies são determinadas por fatores que atuam com diferentes intensidades em diferentes escalas, expressando a sua complexidade ecológica e história evolutiva (GASTON, 2003). Padrões de distribuição de espécies vegetais podem ser explicados por filtros, os quais são capazes de selecionar espécies que podem se deslocar, se estabelecer e encontrar condições e recursos adequados à sua sobrevivência, crescimento e reprodução (ACKERLY, 2003). Existem, por exemplo, filtros de dispersão e filtros ambientais; enquanto os primeiros determinam quais espécies podem alcançar um determinado ambiente, os últimos atuam como modeladores da sobrevivência e sucesso ecológico (ASSIS et al., 2011). A compreensão de padrões de distribuição de espécies é fundamental para a identificação de regiões com elevada importância conservacionista (DE MARCO JÚNIOR & SIQUEIRA, 2009).

No Brasil, padrões de distribuição de espécies em afloramentos rochosos vêm sendo investigados particularmente desde o final da década de 1990. Há evidências, por exemplo, de que esses ambientes constituiriam importantes refúgios para a conservação da biodiversidade (MACHADO et al., 2004; BENITES et al., 2007; MARTINELLI, 2007; LENZA et al., 2011; SANTOS et al., 2012). De fato, espécies com características ecológicas bastante peculiares são comuns em afloramentos rochosos, incluindo aquelas com distribuição geográfica restrita (MOURA et al., 2011). Essas espécies possuem, muitas vezes, estruturas de armazenamento que permitem a elas sobreviverem em ambientes fortemente sazonais e raízes adventícias, as quais favorecem a aderência à superfície rochosa (SAFFORD, 1999; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2005; RIBEIRO et al., 2007). Além disso, ambientes rochosos podem estar inseridos em uma matriz de vegetação sobre solos mais desenvolvidos (SARTHOU & VILLIERS, 1998), podendo apresentar, nestes casos, afinidades florísticas com tipos vegetacionais encontrados nas proximidades, embora também possam abrigar espécies típicas de tais ambientes (MOURA et al., 2011).

A vegetação sobre afloramentos rochosos possui característica azonal. Assim, em um zonobioma ou zonoecótono, tal vegetação constitui situação de exceção e, pelo fato de ocorrer em ambientes associados fortemente a tipos particulares de solos, é conhecida como um pedobioma (WALTER, 1986) ou, mais especificamente, litobioma (COUTINHO, 2006). Espécies que ocorrem nos ambientes rochosos em zonoecótonos representam uma oportunidade interessante de se avaliar a atuação de filtros ambientais, pois temos o caso de duas situações coocorrentes de importância biogeográfica. Zonas de transição representam ora ambientes de características intermediárias entre as regiões nucleares adjacentes, ora ambientes de características notadamente distintas dessas regiões, abrigando uma flora peculiar, a qual se aproveitou da instabilidade das condições ecológicas transicionais (AB'SÁBER, 2003).

Fundamentada na teoria de nicho ecológico, a Modelagem de Distribuição Potencial de Espécies (MDP) é uma ferramenta útil para compreendermos a distribuição dos diversos grupos de seres vivos. A técnica básica envolve uma interpolação, utilizando os pontos de ocorrência e dados ambientais associados a esses pontos para gerar superfícies de distribuição potencial (PETERSON, 2001; FRANKLIN, 2010). O exponencial crescimento do uso da MDP está relacionado a crescente disponibilização de métodos estatísticos e técnicas mais confiáveis desenvolvidas na área da computação, e também, devido a maior facilidade de obtenção de dados ambientais em uma maior escala geográfica (DE MARCO JÚNIOR & SIQUEIRA, 2009). Tais fatores proporcionam a realização dos mais variados estudos, como a utilização de MDP em análises biogeográficas (SIQUEIRA & DURIGAN, 2007).

Neste trabalho, buscamos responder a seguinte pergunta: do ponto de vista climático, seria esperado que uma espécie savânica e uma espécie de florestas úmidas ocorressem em vegetação sobre afloramento rochoso em uma região de transição savana-floresta? Para responder a essa pergunta, modelamos a distribuição geográfica potencial das espécies com base em variáveis climáticas. Caso os modelos detectem baixa adequabilidade para as espécies na região transicional, podemos concluir que a característica azonal da vegetação em que essas espécies foram encontradas (afloramento rochoso)

constitui elemento importante para explicar a ocorrência dessas espécies em tal região.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado abrangendo as ocorrências das espécies para o Neotrópico, onde ocorrem os climas tropical, temperado e árido (PEEL et al. 2007). As ocorrências foram levantadas a partir dos registros na região do Cristalino, caracterizada no 1^o capítulo deste trabalho.

Coleta de dados

Selecionamos as espécies para serem modeladas com base nos dados de novidades florísticas apresentados no capítulo 1 deste estudo: *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., novo registro para o Domínio Fitogeográfico da Amazônia, e *Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot, novo registro para o Estado de Mato Grosso. A partir de então, realizamos buscas por dados de ocorrência dessas espécies nas seguintes bases de busca *on line*: SpeciesLink (<http://www.splink.org.br/>), Reflora (<http://reflora.jbrj.gov.br>), GBIF – Global Biodiversity Information Facility (<http://www.gbif.org>) e SIBBr – Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (<http://www.sibbr.gov.br>). Realizamos também um levantamento de dados na coleção do HERBAM (Herbário da Amazônia Meridional), UNEMAT, Alta Floresta, MT.

Conferimos a confiabilidade de cada ponto de ocorrência das espécies, verificando a existência de coordenadas geográficas e se as mesmas condiziam com os respectivos locais de coleta. Verificamos os dados com registro de imagens das exsicatas e se os dados baixados eram condizentes com os dados registrados nas etiquetas das exsicatas. A partir dessas etiquetas, recuperamos informações não constantes nas planilhas baixadas das bases de dados, por exemplo, as coordenadas dos locais de coleta. Retiramos os pontos de ocorrência com dados redundantes ou inconsistentes,

como registros sem coordenadas ou quando as mesmas não puderam ser recuperadas a partir dos dados contidos nas etiquetas. Por fim, para os dados selecionados, padronizamos os nomes científicos aceitos e corretos conferindo a sua grafia conforme a base de dados *on line* da Flora do Brasil 2020 em construção.

Extraímos da base de dados WorldClim os conjuntos de camadas climáticas globais (Tabela 1) largamente usadas para modelagem e mapeamentos espaciais (HIJMANS et al., 2005). Um conjunto é referente a 11 variáveis que representam atributos de temperatura (de BIO1 a BIO 11) e o outro conjunto é referente a oito variáveis que representam atributos de precipitação (de BIO 12 a BIO 19).

Tabela 1. Variáveis bioclimáticas obtidas na página do WorldClim derivadas das variações de temperatura e pluviosidade.

Variável	Descrição
BIO1	Temperatura média anual
BIO2	Amplitude térmica média diária
BIO3	Isotermalidade
BIO4	Sazonalidade de temperatura (desvio padrão*100)
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio
BIO7	Amplitude térmica anual
BIO8	Temperatura Média do trimestre anual mais úmido
BIO9	Temperatura Média do trimestre anual mais seco
BIO10	Temperatura Média do trimestre anual mais quente
BIO11	Temperatura Média do trimestre anual mais frio
BIO12	Precipitação anual
BIO13	Precipitação do mês mais frio
BIO14	Precipitação do mês mais seco
BIO15	Sazonalidade de precipitação (Coeficiente de variação)
BIO16	Precipitação do quadrimestre mais úmido
BIO17	Precipitação do quadrimestre mais seco
BIO18	Precipitação do quadrimestre mais quente
BIO19	Precipitação do quadrimestre mais frio

Análise dos dados

Utilizando o pacote 'biomod2' (THUILLER, 2003) em ambiente R 3.4.0 (R CORE TEAM, 2015), partimos de 93 dados de ocorrência de *E. dysenterica* e 55 de *C. grandiflora* para modelar a distribuição potencial dessas duas espécies. Com esse pacote não usamos uma única técnica de modelagem para prever a distribuição de espécies, mas uma estrutura avaliando diferentes modelos para cada espécie, sendo selecionados aqueles cujos algoritmos apresentaram métricas com médias $\geq 0,5$ (THUILLER 2003). Assim, a análise foi constituída de três etapas principais:

1- Seleção das variáveis ambientais: realizamos essa etapa com base nos pontos de ocorrência para cada espécie, em que selecionamos as variáveis bioclimáticas por meio de uma PCA (Análise de Componentes Principais) a fim de eliminar aquelas variáveis colineares. Mantivemos um conjunto de variáveis cujos valores do Fator de Inflação da Variância não fossem superiores a 10 (BORCARD et al., 2011). A função utilizada foi a 'vifcor', do pacote 'usdm' (NAIMI, 2017), adotando como valor de corte 0,8. A colinearidade foi checada duas vezes, sendo uma para os pontos de ocorrência de cada espécie e outra para 10.000 pontos aleatórios em todo o Neotrópico. Com esse procedimento selecionamos três variáveis de temperatura (BIO2, BIO3 e BIO8) e quatro de precipitação (BIO12, BIO15, BIO18 e BIO19), descritas anteriormente (Tabela 1).

2- Calibração dos algoritmos: nessa etapa da modelagem, particionamos os dados em 71% para treino e 29% para teste, aplicando a Fórmula de Huberty (HUBERTY 1994 apud FRANKLIN, 2009): $[1/1+\sqrt{(p-1)}]$, sendo 'p', o número de preditores. Os algoritmos utilizados foram: *Generalized Boosting Model* (GBM – em português, Modelo de Impulso Generalizado), *Classification Tree Analysis* (CTA – Análise de Árvore de Classificação), *Random Forest* (RF), *Artificial Neural Network* (ANN – Rede Neural Artificial), *Generalized Linear Models* (GLM – Modelo Linear Generalizado), *Generalized Additive Model* (GAM – Modelo Aditivo Generalizado), *Multiple Adaptive Regression Splines* (MARS – Regressão Adaptativa Múltipla), *Maximum Entropy* (MAXENT – Máxima Entropia), *Surface Range Envelop* (SRE –

Envelope de Alcance de Superfície, usualmente chamado de BIOCLIM) e *Flexible Discriminant Analysis* (FDA – Análise Discriminante Flexível). Para cada um dos algoritmos do pacote biomod2 extraímos 10 conjuntos de pseudoausências (PA) com 10 repetições cada, totalizando 100 modelos/algoritmo. O critério utilizado para extrair os dados de PA foi o envelope bioclimático, ou seja, os dados de pseudoausência foram gerados na área externa a esse envelope (quantile=0,025). Utilizamos 10.000 pseudoausências, exceto para as técnicas de classificação (GBM, CTA e RF), para as quais utilizamos 93 para *E. dysenterica* e 55 para *C. grandiflora*, ou seja, o mesmo número de registros de ocorrência (BARBET-MASSIN et al., 2012).

3- Avaliação dos modelos: selecionamos os algoritmos com base nos valores de média das métricas de avaliação, sendo descartados aqueles para os quais uma ou mais métricas não apresentaram resultado satisfatório (média $\geq 0,5$). Com os modelos produzidos pelos demais algoritmos, elaboramos um modelo de consenso médio. As métricas utilizadas para selecionar os algoritmos foram: *True Skill Statistics* (TSS), Área sob a curva ROC (AUC, *Area Under the Curve*), Acurácia (ACCURACY), Taxa de Sucesso (SR, *Success Ratio*) e Pontuação de Polarização ou Viés de Frequência (BIAS Score).

Resultados e Discussão

Os modelos de distribuição potencial que geramos, verificando a adequabilidade climática das espécies *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia grandiflora* (para o clima presente, apresentaram bons ou ótimos desempenhos para os algoritmos GBM, CTA, RF e Maxent, os quais foram, portanto, selecionados para a elaboração do modelo de consenso (Tabela 2). Além desses quatro, retivemos ainda o algoritmo FDA para a espécie *E. dysenterica*. Os demais algoritmos falharam principalmente na taxa de acerto (Tabela 2). Assim, apresentamos um modelo de consenso para *E. dysenterica* composto

por modelos médios individuais de cinco algoritmos e, para *C. grandiflora*, um consenso de quatro algoritmos.

As métricas utilizadas para a avaliação dos modelos alcançaram médias elevadas para os algoritmos citados acima (Tabela 2). Os valores médios de AUC se aproximaram de 1, considerando os modelos gerados pelos algoritmos GBM, RF, FDA e Maxent. Para *E. dysenterica*, estes modelos apresentaram, respectivamente, AUC= 0,95377; 0,96343; 0,93496 e 0,95792, enquanto, para *Campomanesia grandiflora*, o AUC de GBM, RF e Maxent foram de 0,93345; 0,94308 e 0,96321. Estes resultados indicam um excelente desempenho do método utilizando AUC para a validação dos modelos, pois, embora, para o algoritmo CTA a métrica em questão teve resultado com valores abaixo daqueles relatados anteriormente, as médias de AUC ainda indicam excelentes performances. Os desvios-padrão calculados a partir das cinco métricas de avaliação foram baixos, indicando baixa variabilidade entre as médias dos modelos (Tabela 2).

Tabela 2. Algoritmos e métricas de avaliação dos modelos com as respectivas médias e desvios-padrão para cada espécie. Legenda: TSS (*True Skill Statistic*), AUC (Área sob a curva ROC), ACCURACY (Acurácia), SR (Taxa de sucesso) e BIAS Score (Pontuação de Polarização ou Viés de Frequência).

Algoritmos	Métricas	<i>Eugenia dysenterica</i> Média ± Desvio padrão	<i>Campomanesia grandiflora</i> Média ± Desvio padrão
GBM: Modelo de Impulso Generalizado* (RIDGEWAY, 1999)	TSS	0,80686 ± 0,0812	0,79443 ± 0,09860
	AUC	0,95377 ± 0,0281	0,93345 ± 0,04265
	ACURÁCIA	0,90320 ± 0,0406	0,89729 ± 0,04943
	SR	0,99686 ± 0,0126	0,99418 ± 0,02655
	BIAS	0,99593 ± 0,0116	0,99380 ± 0,01869
CTA: Análise da Árvore de Classificação* (BREIMAN et al., 1984)	TSS	0,68695 ± 0,1010	0,64634 ± 0,13678
	AUC	0,85288 ± 0,0571	0,82388 ± 0,08382
	ACURÁCIA	0,84328 ± 0,0504	0,82310 ± 0,06844
	SR	0,85575 ± 0,0794	0,81796 ± 0,09270
	BIAS	0,91305 ± 0,0748	0,86632 ± 0,10529
RF: Random Forest* (BREIMAN, 2001)	TSS	0,83424 ± 0,0758	0,82880 ± 0,10651
	AUC	0,96343 ± 0,0225	0,94308 ± 0,04413
	ACURÁCIA	0,91689 ± 0,0379	0,91450 ± 0,05334
	SR	0,99940 ± 0,0059	0,99214 ± 0,03549
	BIAS	0,99556 ± 0,0120	0,99628 ± 0,01480

Tabela 2. Continuação...

Algoritmos	Métricas	<i>Eugenia dysenterica</i> Média ± Desvio padrão	<i>Campomanesia grandiflora</i> Média ± Desvio padrão
GLM: Modelo Linear Generalizado (McCULLAGH & NELDER, 1989)	TSS	0,80741 ± 0,0947	0,81147 ± 0,07070
	AUC	0,93137 ± 0,0563	0,93464 ± 0,03770
	ACURÁCIA	0,99114 ± 0,0005	0,99501 ± 1,00E-04
	SR**	0,29691 ± 0,1944	0,28509 ± 0,15010
	BIAS	0,82681 ± 0,1674	0,64256 ± 0,26536
GAM: Modelo Aditivo Generalizado (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990)	TSS	0,83522 ± 0,0592	0,71835 ± NA
	AUC	0,94068 ± 0,0333	0,87441 ± NA
	ACURÁCIA	0,99103 ± 3,0E-04	0,99500 ± NA
	SR**	0,38170 ± 0,0707	0,27511 ± NA
	BIAS***	0,76939 ± 0,1890	0,40406 ± NA
ANN: Rede Neural Artificial (RIPLEY, 1996)	TSS	0,73513 ± 0,0688	0,71306 ± 0,09461
	AUC	0,90406 ± 0,0337	0,88383 ± 0,05165
	ACURÁCIA	0,99101 ± 1,00E-04	0,99500 ± 0
	SR**	0,16992 ± 0,0960	0,09322 ± 0,03862

Tabela 2. Continuação...

Algoritmos	Métricas	<i>Eugenia dysenterica</i> Média ± Desvio padrão	<i>Campomanesia grandiflora</i> Média ± Desvio padrão
	BIAS**	0,23298 ± 0,3426	0,14059 ± 0,28802
SRE: Envelope de Alcance de Superfície =	TSS	0,62290 ± 0,1143	0,57532 ± 0,14555
BIOCLIM	AUC	0,81145 ± 0,0572	0,78769 ± 0,07277
(BUSBY, 1991)	ACURÁCIA	0,99149 ± 0,0011	0,99512 ± 0,00043
	SR**	0,40771 ± 0,1643	0,28567 ± 0,17471
	BIAS**	0,36968 ± 0,3585	0,19625 ± 0,30763
FDA: Análise Discriminante Flexível *	TSS	0,76828 ± 0,0687	0,73600 ± NA
(HASTIE et al., 1994)	AUC	0,93496 ± 0,0284	0,92520 ± NA
	ACURÁCIA	0,99258 ± 0,0009	0,99500 ± NA
	SR***	0,95807 ± 0,1090	0,11060 ± NA
	BIAS	0,97336 ± 0,0252	0,98760 ± NA
MARS: Regressão Adaptiva Múltipla	TSS	0,84067 ± 0,0516	0,83328 ± 0,06161
(FRIEDMAN, 1991)	AUC	0,95063 ± 0,0220	0,94206 ± 0,03136
	ACURÁCIA	0,99121 ± 0,0006	0,99501 ± 1,00E-04
	SR**	0,41275 ± 0,1461	0,21739 ± 0,08878
	BIAS	0,87716 ± 0,0763	0,49377 ± 0,31680

Tabela 2. Continuação...

Algoritmos	Métricas	<i>Eugenia dysenterica</i> Média ± Desvio padrão	<i>Campomanesia grandiflora</i> Média ± Desvio padrão
MAXENT: Máxima Entropia* (PHILLIPS et al., 2006)	TSS	0,83499 ± 0,0564	0,85029 ± 0,05274
	AUC	0,95792 ± 0,0223	0,96321 ± 0,01910
	ACURÁCIA	0,99390 ± 0,0009	0,99609 ± 0,00051
	SR	0,99818 ± 0,0182	0,99600 ± 0,02814
	BIAS	0,97336 ± 0,0252	0,97516 ± 0,03536

* Algoritmos retidos para consenso de modelo médio. ** Métrica que falhou para ambas as espécies. *** Métrica que falhou para *C. grandiflora*.

Adequabilidade do cenário climático atual

Os modelos de consenso detectaram baixa adequabilidade climática para as duas espécies na região de transição Cerrado-Amazônia. Conforme esperávamos, para a espécie *E. dysenterica*, os modelos indicaram máxima adequabilidade no cenário atual para o Domínio do Cerrado (Figura 1), enquanto, para *C. grandiflora*, os modelos indicaram alta adequabilidade climática no cenário atual para o Domínio Amazônico (Figura 2).

Ao verificarmos individualmente os modelos gerados, percebemos que o CTA foi o que apresentou maior projeção de possíveis áreas com adequabilidade climática para a ocorrência das espécies investigadas. Embora a taxa de acerto (tabela 2) por esse algoritmo tenha sido menor em relação aos outros selecionados, no modelo gerado pelo CTA percebemos projeções com percentuais que variam de 50% a \approx 85%, indicando adequabilidade para a ocorrência de *E. dysenterica* em porções das transições Cerrado-Amazônia, Cerrado-Caatinga e Cerrado-Mata Atlântica. Estes valores percentuais de projeção do algoritmo CTA também foram verificados para *C. grandiflora*, porém, para a transição Amazônia-Caatinga, além de algumas áreas da transição Cerrado-Amazônia.

Por outro lado, com o Maxent, registrado com elevadas taxas de acerto (médias próximas a 1), obtivemos modelos com as menores projeções para áreas extra-Cerrado, analisando *E. dysenterica* e, para áreas extra-amazônicas, analisando *C. grandiflora*. As projeções de ocorrência dos modelos pelo Maxent para as duas espécies indicam uma adequabilidade climática fragmentada. Por exemplo, observamos para *C. grandiflora*, pouquíssima adequabilidade em áreas fora dos ambientes florestais amazônicos. Em locais da Caatinga verifica-se 0% de adequabilidade, mas na Mata Atlântica na região nordeste do Brasil verifica-se adequabilidade máxima.

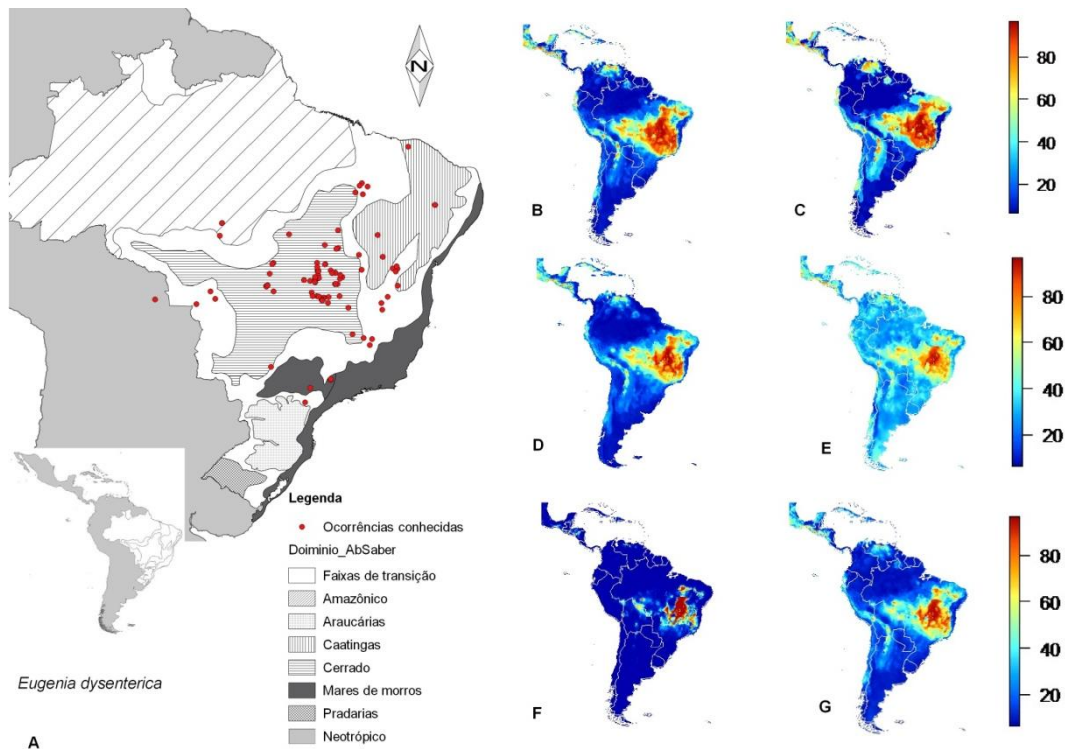


Figura 1: Mapas de adequabilidade climática do presente para a espécie *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., mostrando a área do Neotrópico e dos Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos *sensu* Ab'Sáber (2005) (A); os modelos individuais gerados pelos algoritmos selecionados, sendo GBM (B), CTA (C), RF (D), FDA (E) e Maxent (F); e o Modelo de Consenso entre os algoritmos (G).

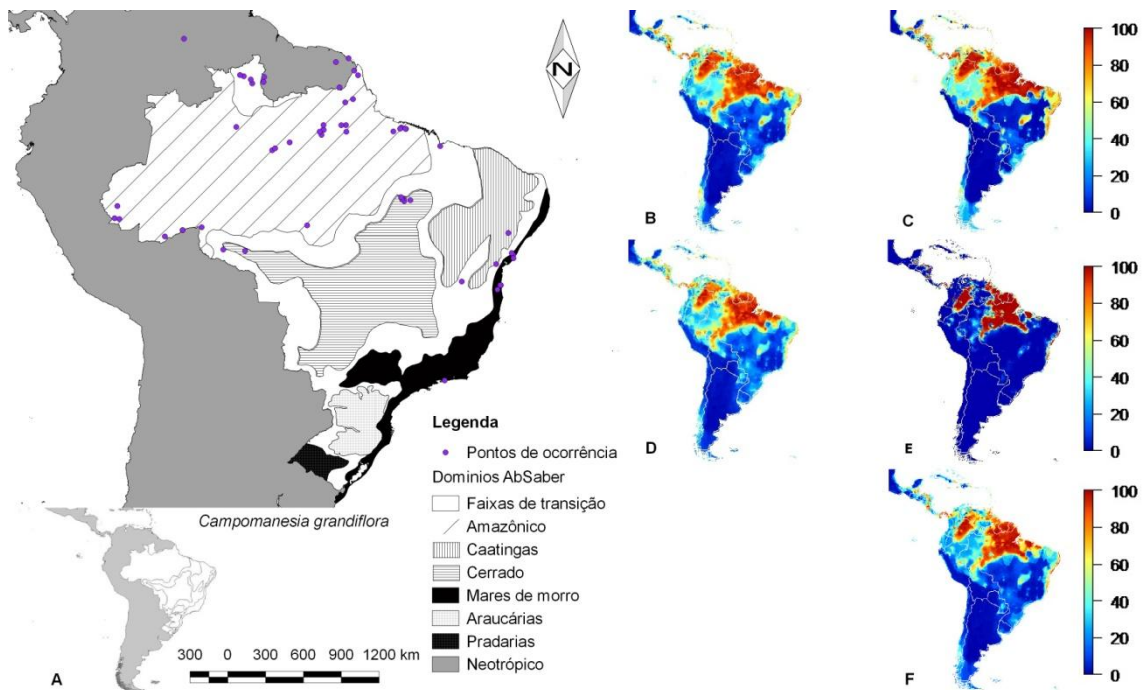


Figura 2: Mapas de adequabilidade climática do presente para a espécie *Campomanesia grandiflora* (Aubl.) Sagot, mostrando a área do Neotrópico e dos Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos *sensu* Ab'Sáber (2005) (A); os modelos individuais gerados pelos algoritmos selecionados, sendo GBM (B), CTA (C), RF (D) e Maxent (E); e o Modelo de Consenso entre os algoritmos (F).

Com base nos resultados obtidos, as duas espécies modeladas possuem especificidades distintas relacionadas com a sua distribuição. Apesar de ambas coocorrerem na floresta estacional decidual do afloramento rochoso que amostramos, a partir do modelo de consenso verifica-se que as espécies possuem padrões fitogeográficos distintos. Verificando os modelos e os pontos plotados no mapa dos domínios morfoclimáticos, *E. dysenterica* distribui-se com intensa densidade no domínio do Cerrado, tendendo a diminuir à medida que se afasta do Brasil Central. Por outro lado, *C. grandiflora* distribui-se de forma mais dispersa pelas áreas de florestas úmidas da Amazônia, ocasionalmente ocupando locais sujeitos a poucos índices pluviométricos até chegar à faixa de Mata Atlântica, onde se verifica novamente ocorrência de Florestas Pluviais.

Considerando a baixa adequabilidade climática detectada pelos modelos na região do Cristalino, a característica azonal da vegetação onde efetuamos esses novos registros constitui um importante elemento para explicar a ocorrência dessas espécies. A região, conforme descrita e discutida no capítulo 1, apresenta uma confluência de tipologias de contato entre Floresta Ombrófila e Floresta Estacional, Floresta Estacional e Savana, e Floresta Ombrófila e Savana (IBGE, 2004).

Os padrões florísticos em áreas de contato entre tipologias vegetais são influenciados da mesma forma que os de transição. Tanto áreas de contato quanto áreas de transição possuem floras que se aproveitaram da *instabilidade* das condições ecológicas presentes (Ab'SÁBER, 2003). Este autor complementa, ainda, que alguns elementos florísticos encontraram, em subáreas, condições climáticas e ecológicas que eram desfavoráveis aos padrões de paisagem correspondentes às áreas *core*. Entretanto, essas mesmas condições climáticas e ecológicas favoreceram o adensamento e a expansão de outras determinadas floras (e.g. mata de cipó, matas secas).

Na região de afloramento rochoso que estudamos na região do Cristalino, percebemos alguns exemplos sobre as definições acima. Alguns são relacionados às áreas oportunas para germinação e estabelecimento de espécies arbóreas, em que aquelas com grande porte são verificadas em menor proporção nas faixas com camadas rasas de solo, em fendas nas rochas ou sobre a superfície rochosa. O adensamento de espécies também é uma característica presente na área, na qual verificamos algumas espécies mais dominantes em número de indivíduos, por exemplo, *Cochlospermum orinocense* (Kunth) Steud. e *Pachira paraensis* (Ducke) W.S.Alverson.

A região do Cristalino compartilha características com as outras áreas em que são conhecidos os registros de ocorrência das espécies por nós investigadas. *E. dysenterica* aparece em muitas listagens florísticas de estudos realizados em ambientes rochosos no Cerrado (e.g. MOURA et al., 2010; LEMOS et al., 2013), nos quais os solos são classificados como distróficos. Geralmente, nas áreas de ocorrência, tanto de *E. dysenterica* quanto de *C. grandiflora*, são verificadas classes que segundo o IBGE (2001), englobam

Afloramentos de Rochas, Argissolos, Cambissolos Háplicos, Latossolos, Neossolos Litólicos e/ou Quatzarênicos e Plintossolos Pétricos.

Conclusões

A característica azonal do sítio amostrado (afloramento rochoso na região do Cristalino) tem papel decisivo no filtro ambiental que possibilita a ocorrência de *E. dysenterica* e *C. grandiflora*. Porém, como se explica a ocorrência dessas espécies fora de seu ótimo de adequabilidade climática? Os modelos indicaram claramente que o ótimo climático para as duas espécies situa-se em áreas core, diminuindo à medida que se aproxima da transição Cerrado-Amazônia, sobre tudo na faixa situada ao norte de Mato Grosso. Assumindo que as espécies evoluíram nesses ambientes de ótimo climático, em algum momento ocorreu oportunidade para que elas avançassem além desse ótimo mediante a ação de um agente dispersor (ambas as espécies são zoocóricas). Após o sucesso da dispersão, o próximo passo foi vencer a barreira ambiental, ou seja, estabeleceram-se em habitats com condições e recursos favoráveis, que substituíam as condições e recursos dos ambientes originais. A conservação de afloramentos rochosos deve ser incentivada, particularmente em áreas de transição e em regiões com grande pressão antrópica, como o “Arco do Desmatamento”.

Referências Bibliográficas

AB’ SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3 ed. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.159p.

ACKERLY, D. D. Community assembly, niche conservation, and adaptive evolution in changing environments. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n. 3, p. 165 – 184, 2003.

ASSIS, M. A. et al. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: Vegetação e heterogeneidade ambiental. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 103 – 121, 2011.

BARBET-MASSIN, M.; JIGUET, F.; ALBERT, C. H.; THUILLER, W. Selecting pseudo-absences for species distribution models: how, where and how many? **Methods in Ecology and Evolution**, n. 3, p. 327 – 338, 2012.

BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SIMAS, F. N. B.; SANTOS, H. G. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 569 – 577, 2007.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. v. 1. Nova Iorque: Springer-Verlag, 2011, 306 p.

BREIMAN, L. Random Forests. **Machine Learning**, v. 45, n. 1, p. 5 – 32, 2001.

BREIMAN, L.; FRIEDMAN, J. H.; OLSHEN, R. A.; STONE, C. J. **Classification and regression trees**. Chapman and Hall, New York, 1984.

BUSBY, J. R. BIOCLIM – a bioclimate analysis and predictions system. In: MARGULES, C. R. & AUSTIN, M. P. (Eds.). **Nature Conservation: Cost effective biological surveys and data analysis**. Canberra, Australia: CSIRO, p. 64 – 68, 1991.

CONCEIÇÃO, A. A. & PIRANI, J. R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 85 – 111, 2005.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13 – 23, 2006.

DE MARCO JÚNIOR, P. & SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade**, v. 5, p. 65 – 76, 2009.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 14 Set. 2017

FRANKLIN, J. **Mapping species distributions: spatial inference and prediction**. Cambridge University Press, 2009. 320 p.

FRIEDMAN, J. “Multivariate Additive Regression Splines”. **Annals of Statistics**, 1991.

GASTON, K. J. **The structure and dynamics of geographic ranges**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2003.

HASTIE, T. J. & TIBISHIRANI, R. **Generalized additive models**. Chapman and Hall, London, 1990.

HASTIE, T. J.; TIBISHIRANI, R.; BUJA, A. **Flexible Dominant Analysis by optimal scoring**, JASA, p. 1255 – 1270, 1994.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965 – 1978, 2005.

HUBERTY, C. J. **Applied discriminant analysis**. New York, USA: Wiley Interscience, 1994.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de solos do Brasil**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2001. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 3 ed. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004. 1 mapa. Escala 1: 5.000.000.

LEMOS, H. L.; PINTO, J. R. R.; MEWS, H. A.; LENZA, E. Structure and floristic relationships between Cerrado *sensu stricto* sites on two types of substrate in northern Cerrado, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 121 – 132, 2013.

LENZA, E.; PINTO, J. R. R.; DE PINTO, A. S. et al. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, p. 247 – 259, 2011.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P., et al. **Estimativa de perda de área do Cerrado Brasileiro**. p. 1 – 23, 2004.

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 587 – 597, 2007.

McCULLAGH, P & NELDER, J. A. **Generalized linear models Chapman and Hall**, 1989.

MOURA, I. O.; GOMES-KLEIN, V. L.; FELFILI, J. M.; FERREIRA, H. D. Diversidade e estrutura comunitária de cerrado *sensu stricto* em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 3, p. 455 – 467, jul-set. 2010.

MOURA, I. O.; RIBEIRO, K. T.; TAKAHASI, A. Amostragem da Vegetação em Ambientes Rochosos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. (Orgs.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de caso**. Volume 1. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. Cap. 9, p. 255 - 294.

NAIMI, B. **usdm: Uncertainty Analysis for Species Distribution Models**. R package version 1.1-18. 2017.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A.. Updated world map of the Köppen Geiger Climate classification. **Hydrology and Earth System Science**, v. 11, 1633 – 1644, 2007.

PETERSON, A. T. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. **The Condor**, v. 103, n. 3, p. 599 – 605, 2001.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modeling**, v. 190, n. 3, p. 231 – 259, 2006.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, K. T.; MEDINA, M. B. O.; SCARANO, F. R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 623 – 639, 2007.

RIDGEWAY, G. The state of boosting. **Computing Science and Statistics**, v. 31, p. 172 a 181, 1999.

RIPLEY, B. D. **Pattern Recognition and Neural Networks**. Cambridge University Press, Cambridge, 1996.

SAFFORD, H. D. Brazilian paramos I. An introduction to the physical environmental and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 26, p. 693 – 712, 1999.

SANTOS, T. R. R.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E. Floristic relationships of the woody component in rocky outcrops savanna areas in Central Brazil. **Flora**, v. 207, p. 541–550, 2012.

SARTHOU, C. & VILLIERS, J. F. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. **Journal of Vegetation Science**, v. 9, p. 847 – 860, 1998.

SIQUEIRA, M. F. & DURIGAN, G. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 233 – 243, 2007.

THUILLER, W. BIOMOD – optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. **Global Change Biology**, v. 9, p. 1353 –1362, 2003.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global**. São Paulo: EPU, 1986. 325 p.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação dos ambientes rochosos, considerados como potenciais áreas de refúgios de espécies frente às mudanças climáticas, mostrou-se mais uma vez necessária. Os nossos esforços contribuem para o preenchimento de uma pequena parcela dentre as lacunas de conhecimento da Amazônia, historicamente detentora de extensas áreas necessitando de esforços de levantamento da sua biodiversidade. Ao mesmo tempo, contribuimos com o preenchimento de outra lacuna, apontando mais uma espécie para a flora do estado de Mato Grosso. Apontamos os afloramentos rochosos na região do Cristalino como áreas transicionais que conservam tanto espécies tipicamente oreádicas quanto espécies de florestas úmidas.

Nosso estudo representa um *insight* por meio da Modelagem de Distribuição Potencial de Espécies voltado para a detecção de adequabilidade climática associada a registros de novas ocorrências de espécies. Embora as adequabilidades indicadas pelos modelos não tenham sido elevadas para a região que investigamos isso não implica que a região não possua condições de abrigar *E. dysenterica* e *C. grandiflora*. Os modelos implicam que os fatores climáticos apenas não são os determinadores mais fortes relacionados com a ocorrência de espécies sobre os afloramentos rochosos, devendo ser considerado em discussões características associadas, como o isolamento da área, síndromes de dispersão, o tipo de solo e as estratégias de estabelecimento.

A aplicação da modelagem à verificação de adequabilidade climática em áreas onde são feitos novos registros de ocorrência de espécies constitui uma poderosa ferramenta capaz de auxiliar o entendimento dos padrões de distribuição, reforçando as discussões acerca dos afloramentos rochosos como fragmentos naturais de ecossistemas. Além disso, a junção de registros de novas ocorrências com os resultados gerados pela modelagem corroboram os argumentos sobre as áreas de afloramentos rochosos desempenharem papel primordial na manutenção de biodiversidade.

APÊNDICE A – Modelo da Planilha de Campo de Fitossociologia

Planilha de Fitossociologia					DAP _{5cm} = PAP _{15.7cm}					Data: __/__/__
Sigla: ALF 3		Equipe:								
Parc.	Ind.	X (m)	Y (m)	Nome científico	DAP (cm)	HT. (m)	PIM (m)	POM (m)	Flag1	

Ind.	Flag2	I.I.C.	F.C.A	P.L.	I.L.	Ep.	Nota

APÊNDICE B – Sugestões acrescentadas a Planilha de Monitoramento

Sugestões Planilha de monitoramento

1) Legendas definidas para forma da copa

Quanto à forma, as árvores recebem a seguinte classificação, com os respectivos códigos:

- 1) Círculo completo
- 2) Círculo irregular
- 3) Meio círculo
- 4) Menos que meio círculo
- 5) Principalmente rebrotação
- 6) Viva, mas sem folhas.
- 7) Sem copa definida, folhas densamente congestas (Palmeira) ou folhas dísticas (Pacova)
- 8) Colunar
- 9) Corimbosa
- 10) Piramidal

2) Legendas definidas para o Grau de epifitismo.

Exemplo:

- A – ausente
- P – presença de poucas epífitas
- M – grau médio de epifitismo
- G – grande grau de epifitismo

APÊNDICE C – Modelo da Ficha de Coleta Botânica

Numero do Coletor	Método de coleta () Pontos () Entre os Pontos	Data ____/____/____
Local:	Altitude: Latitude: Longitude:	
Coletores:		
Família:		
Espécie:		
Habitat:		Nome vulgar:
DESCRIÇÃO DA PLANTA		
<p>Altura _____ CAP: _____</p> <p>Hábito: árvore(); arbusto(); erva(); cipó(); epífita(); hemiepífita ()</p> <p>BASE: reta() digitada() dilatada() raízes fúlcreas () sapopemas() com raízes aéreas()</p> <p>FUSTE: cilíndrico() cônico() tortuoso() acanalado()</p> <p>CASCA: Ritidoma/aparência: liso() rugoso() sujo ou áspero() reticulado() fissurado() fendido() estriado() lenticelado() Desprendimento: placas lenhosas () c/ depressões() escamoso() esfoliante papiráceo() esfoliante coriáceo() Presença de: acúleos() espinhos():</p> <p>Cor da Casca morta: _____ Odor: _____</p> <p>Cor da Casca viva: _____ Odor: _____</p> <p>ALBURNO: cor _____</p> <p>EXSUDATO: Cor: _____</p> <p style="padding-left: 100px;">consistência _____</p> <p>: após exposição ao ar torna-se: _____</p> <p>FOLHAS: Cor: concolor () discolor()</p> <p>Consistência: membranácea () cartácea() coriácea() carnosa()</p> <p>Presença de pilosidade : face abaxial: _____ face adaxial: _____</p> <p style="padding-left: 100px;">odor: _____</p> <p>FLORES: Cor: cálice: _____ corola: _____ odor: _____</p>		
Nº das fotos:		

ANEXO 1 – Códigos para o Trabalho de Campo e para a Base de Dados – RAINFOR: Condições da árvore viva e morta



Manual de Campo para o Estabelecimento e Remediação de Parcelas

Apêndice 1 - RAINFOR - Códigos para o Trabalho de Campo e para a Base de Dados - Árvores

FLAG 1: CONDIÇÕES DA ÁRVORE VIVA (Se a árvore estiver morta, escreva “0” nesta coluna)

- a=** Viva normal, este código deve ser usado por si só, a não ser que uma árvore seja uma recruta.
- b=** Viva, fuste quebrado/topo e com rebrota, ou pelo menos com floema/xilema vivo. Anote na coluna de comentários a que altura o fuste está quebrado.
- c=** Viva, inclinada $\geq 10\%$. O código de inclinada não deve ser usado com o código de caída 'd'.
- d=** Viva, caída (por ex. no chão)
- e=** Viva, árvore acanalada e/ou fenestrada
- f=** Viva, tronco oco
- g=** Viva, tronco podre
- h=** Árvore com múltiplos fustes. Cada fuste com mais de 99mm recebe um número único. Deverá ser sempre acompanhado por outro código – por ex., se a árvore estiver partida e com múltiplos fustes, utilize “bh”.
- i=** Viva, sem ou com poucas folhas
- j=** Viva, tronco queimado
- k=** Viva, tronco quebrado <1,3m (portanto, o diâmetro a 1,3m é 0mm)
- l=** Viva, tem liana ≥ 10 cm de diâmetro no talo ou na copa
- m=** Coberta por lianas. Use quando pelo menos 50% do dossel da árvore está coberta por lianas, mesmo quando uma liana individual não chega a 10cm de diâmetro.
- n=** Novo recruta. Use sempre com outro código - por ex., se a árvore for normal e nova, então use o código “an”; se a árvore estiver quebrada e for um novo recruta, o código será “bn”.
- o=** Sofreu danos causados por um raio
- p=** Cortada
- q=** Casca solta/a descamar
- s=** Tem um estrangulador
- z=** Viva, com baixa produtividade (quase morta)

Nota: Os códigos de *Condição da Árvore Viva* podem ser usados em conjunto com qualquer combinação. Os únicos códigos de exceção são: 'a', 'c' e 'd'. Por favor leia as notas quando usar estes códigos!

Se for “estranguladora”, escreva **na coluna de comentários**.

FLAG 2: MORTE DA ÁRVORE (Se a árvore estiver viva, escreva “1” nesta coluna)

Todas as árvores mortas têm códigos de duas ou três letras.

1) Mecanismo Físico da Mortalidade (Como morreu a árvore?)

- a=** Morta em pé
- b=** Quebrada (tronco partido)
- c=** Desenraizada (raiz virada para cima)
- d=** Morta em pé ou quebrada, provavelmente morreu em pé (não desenraizada)
- e=** Morta em pé ou quebrada, provavelmente morreu quebrada (não desenraizada)
- f=** Morta em pé ou quebrada (não desenraizada)
- g=** Quebrada ou desenraizada, provavelmente desenraizada
- h=** Quebrada ou desenraizada, provavelmente quebrada
- i=** Quebrada ou desenraizada (não em pé)
- k=** Desaparecida (localização encontrada, procuramos a árvore, mas não a encontramos)
- l=** Assumida morta (localização da árvore não encontrada, por ex. por problemas de falta de coordenadas, mapas pobres, etc.)
- m=** Não se sabe como

2) Número de Árvores no evento de Mortalidade

- p=** Morreu sozinha
- q=** Morreu num evento de morte múltipla
- r=** Não se sabe

Desenvolvido em 2005 - 2007 por participantes da RAINFOR. Revisado em 2014.
(Oliver Phillips, Tim Baker, Kuo-Jung Chao, Eliana Jimenez, Simon Lewis, Jon Lloyd, Julie Peacock, Gabriela Lopez-Gonzalez, Ted Feldpausch)

ANEXO 1 (Continuação) – Códigos para o Trabalho de Campo e para a Base de Dados – RAINFOR: Condições da árvore viva e morta



Manual de Campo para o Estabelecimento e Remediação de Parcelas

FLAG 2: MORTE DA ÁRVORE (continuação...)

1) Processo de como Matou ou como Foi Morta

- j= Antropogénica
- n= Queimada
- o= Raio
- s= Não se sabe se foi morta ou se matou outras árvores
- t= “Assassina” de pelo menos uma outra árvore
- u= Morta por outra árvore, não se sabe mais
- v= Morta por outra árvore que morreu quebrada
- w= Morta por outra árvore que morreu desenraizada
- x= Morta por ramos caídos de uma árvore que morreu em pé
- y= Morta por ramos caídos de uma árvore viva
- z= Morta por estrangulador
- 2= Morta por liana
- 3= Morta por peso de estrangulador / liana [a árvore morreu quebrada ou caída]
- 4= Morta por competição com estrangulador / liana [a árvore morreu em pé]

Nota: Seleccione um código de cada uma das categorias. Por ex. uma árvore que está em pé, morreu sozinha e foi morta por um raio seria: 'apo'.

No caso de mortes múltiplas, o n.º de árvores que morreram deve ser registado e anotado na **coluna dos comentários**.

No caso de árvores quebradas, a altura da quebra deve ser registada na **coluna dos comentários**.

Flag 3: TÉCNICA DE MEDIÇÃO

- 0= Medição normal, com fita métrica
- 1= Relascópio
- 2= Máquina fotográfica digital
- 3= Estimada (a olho)
- Escadote, com fita de diâmetro
- Desconhecida
- 6= Dendrómetro

Flag 4: GESTÃO DE DADOS POSTERIOR AO CAMPO

- 0= Medição normal (sem modificação retrospectiva)
- 1= Medição extrapolada a partir de medições anteriores ou posteriores
- 2= Medição corrigida no seguimento de um erro tipográfico
- 4= Medição interpolada (medição incorrecta numa sequência de 5= medições correctas)
- 4= Medições estimadas usando taxas de crescimento médias
- 6= O ponto de medição teve de ser alterado - medição anterior correcta
- 7= Taxa de crescimento considerada nula
- 8= Outra transformação - veja notas/ alteração dos dados não explicita
- R= Correção usando a proporção entre uma medição não-afectada e uma medição afectada (ex. por deformação, casca solta)

FLAG 5: TÉCNICA DA MEDIÇÃO DA ALTURA

Total da Altura da Árvore - A altura deve ser registada em metros e os códigos de medição da altura devem ser registados na coluna Flag 5. O registo da altura é opcional e, se esta não foi medida por favor, deixe a coluna da altura e Flag 5 em branco.

- 1= Estimada a olho.
- 2= Manualmente por trigonometria (clinómetro).
- 3= Manualmente por trigonometria (clinómetro), com treinamento específico.
- 4= Laser ou distância ultra-sónica à árvore, sensor eletrónica de inclinação para ângulo.
- 5= Hipsómetro a laser usado diretamente abaixo da copa, escolha a função do filtro “last return”. 6= Diretamente (por ex: subida, corte, torre adjacente).

Nota: Somente uma técnica de medição e um código de Gestão de Dados Posterior ao trabalho de campo (Flag 4) devem ser selecionados para cada árvore, exceto quando uma árvore sofreu alteração de POM, então escreva “6” para a alteração de POM junto a outro código para Gestão de Dados, por ex. “60”.

ANEXO 2 – Códigos para o Trabalho de Campo e para a Base de Dados – RAINFOR: fitossanidade da copa das árvores



Manual de Campo para o Estabelecimento e Remedição de Parcelas

Apêndice 3 - Códigos de Infestação de Lianas e Índice de Iluminação da Copa da RAINFOR



Español	Portugese	English
Forma de la copa del árbol	Forma da copa da arvore	Tree crown form
0 No quebrada (copa perfecta, simétrica)	0 Não quebrada (copa perfeita, simétrica)	0 Not broken (crown perfect, symmetric)
1 1-25% quebrada (copa buena, casi simétrica)	1 1-25% quebrada (copa boa, quase simétrica)	1 1-25% broken (crown good, almost symmetric)
2 >25-50% quebrada (copa poca irregular)	2 >25-50% quebrada (copa pouco irregular)	2 >25-50% broken (crown a little irregular)
3 >50-75% quebrada (copa muy irregular)	3 >50-75% quebrada (copa muita irregular)	3 >50-75% broken (crown very irregular)
4 >75% (muy poca copa, casi no ramas)	4 >75% (pouca copa, quase sem ramas)	4 >75% (little crown, few branches)
Infestación por lianas	Infestação por lianas	Liana infestation
Liana Posición	Liana Posição	Liana Position
A Libre de lianas	A Livre de lianas	A Liana free
B Lianas en el tallo	B Lianas na caule	B Lianas on the stem
C Lianas en la copa	C Lianas na copa	C Lianas on the crown
D Lianas en el tallo y la copa	D Lianas na caule e da copa	D Lianas on the stem and crown
Infestación del la copa	Infestação da copa	Crown infestation
0 No hay lianas en la copa	0 Nenhuma lianas na copa	0 No lianas in crown
1 1-25% de la copa cubiertos por hojas de lianas	1 1-25% da copa coberta por folhas de lianas	1 1-25% of crown covered by lianas leaves
2 >25-50% de la copa cubierta	2 > 25-50% da copa coberta	2 >25-50% of crown covered
3 >50-75% de la copa cubierta	3 > 50-75% da copa coberta	3 >50-75% of crown covered
4 >75% de la copa cubierta	4 > 75% da copa coberta	4 >75% of crown covered

ANEXO 3 – Códigos para o Índice de Iluminação da Copa da Árvore



Manual de Campo para o Estabelecimento e Remedição de Parcelas

Índice de Iluminação da Copa – Português

A rede RAINFOR utiliza uma versão modificada do índice de Dawkins (Dawkins 1958), como em Synnott (1979) e Moravie (1999)

Definição do Índice

- 5 Copa totalmente exposta à luz vertical e lateral numa curva de 45 graus, ex: emergente
- 4 Copa totalmente exposta à luz vertical, mas a luz lateral está bloqueada por alguns ou todos os cones invertidos de 90 graus que englobam a copa
- 3b Muita luz vertical (>50%)
- 3a Pouca luz vertical (menos de 50% da copa está exposta à luz vertical) 2c Muita luz lateral
- 2b Média luz lateral 2a Pouca luz lateral
- 1 Sem luz direta (a copa não está iluminada diretamente vertical ou lateralmente)

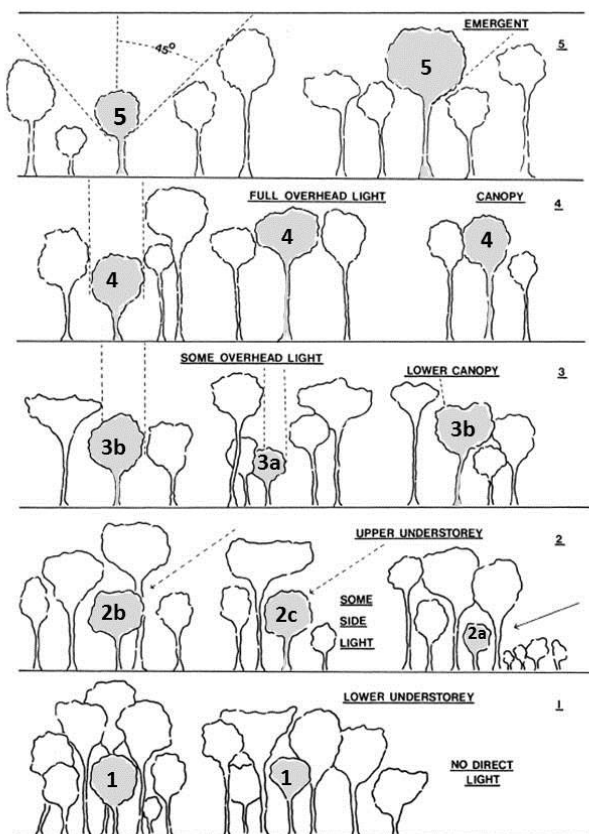


Figure 1. Crown Position Scores
(Reproduced from Silvicultural Research Plan, 1959-63, Forest Dept., Uganda.)

Imagem tirada de Synnott, T.J. (1979). Synnott, T.J. (1979). A manual of permanent plot procedures for tropical rain forests. Tropical Forestry Papers no. 14. 67pp. Department of Forestry Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. UK. ISBN:0 85074 031 2. ISSN:0141-9668.