

Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



TÁSSIA TOYOI GOMES TAKASHIMA

Assembleia briofítica em uma cronossequência de florestas secundárias e primárias na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil

Belém
2018

TÁSSIA TOYOI GOMES TAKASHIMA

Assembleia briofítica em uma cronosequência de florestas secundárias e primárias na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado do Pará.
Orientador(a): Profa. Dra. Ana Cláudia Caldeira Tavares Martins
Coorientador(a): Profa. Dra. Priscila Sanjuan de Medeiros

Belém
2018

TÁSSIA TOYOI GOMES TAKASHIMA

Assembleia briofítica em cronossequência de florestas secundárias e primárias na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado do Pará.

Banca Examinadora

_____ – Orientadora
Profa. Dra. Ana Cláudia Caldeira Tavares Martins
Doutora em Ciências Biológicas
Universidade do Estado do Pará

_____ – Coorientadora
Profa. Dra. Priscila Sanjuan de Medeiros
Doutora em Ciências Ambientais
Universidade do Estado do Pará

_____ – 1º Examinadora
Dra. Anna Luiza Ilkiu Borges Benkendorff
Doutora em Ciências Naturais – Botânica
Museu Paraense Emílio Goeldi

_____ – 2º Examinadora
Dr. Manoel Tavares de Paula
Doutor em Agroecossistemas da Amazônia
Universidade do Estado do Pará

_____ – 3º Examinador
Dra. Rita de Cássia Pereira dos Santos
Doutora em Ciências Agrárias

_____ – Suplente
Dr. Alessandro Silva do Rosário
Doutor em Botânica
Universidade do Estado do Pará

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”.

Roger Von Oech

Ao meu amigo, companheiro, amor e esposo

Artur Leandro Oliveira e Oliveira.

Aos meus queridos e amados pais

Satio Takashima e Rozilene de Lima.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus que iluminou o meu caminho durante toda esta caminhada.

À Universidade do Estado do Pará por me acolher como aluna e pela oportunidade de crescer profissionalmente.

Às minhas orientadoras Dra. Ana Cláudia Martins e Dra. Priscila Sanjuan pelos ensinamentos, conselhos, paciência, compreensão e incentivo durante a realização deste trabalho. As críticas construtivas foram fundamentais ao longo de todo o percurso e contribuíram para o meu crescimento como investigadora e profissional.

Ao coordenador da Pós-graduação Dr. Altem Nascimento pelos constantes incentivos.

À CAPES pela concessão da bolsa durante todo o período de realização deste mestrado.

Ao coordenador da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) Dr. Leandro Ferreira e ao Dr. Alcindo Martins Jr pelo apoio logístico durante a coleta de dados.

À equipe de coleta Deleon e Seu Mor pelo esforço, condução e zelo durante todo o percurso amostral.

À M.Sc. Eline Garcia pelo auxílio nas questões norteadoras e parceria nas identificações deste trabalho.

Aos amigos e companheiros de laboratório Thyago Miranda, Paulo Weslem, Davison Assis, Ellen Souza, Caroline Uzumaki, Cláudia Nogueira e Filipe Ribeiro pela amizade, parceria e auxílio concedidos ao longo deste período.

Às colegas de curso e da secretaria Lorena Lima, Dryélle Nascimento, Muriel Santana pela amizade e força nos momentos difíceis.

Ao meu esposo Artur Oliveira pelo amor, carinho e apoio incondicional no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais Satio Takashima e Rozelene de Lima, irmãos Felipe Takashima e Alex Takashima e tios Fernando Takashima e Rosângela que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa.

RESUMO

As briófitas compõem um grupo com amplo valor ecológico no processo de sucessão ecológica por condicionar de modo favorável o ambiente para o surgimento de grupos subsequentes. Desta forma, objetivou-se investigar a distribuição das comunidades de briófitas em uma cronosequência na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. O material biológico foi coletado em florestas que abrangeram diferentes estágios de sucessão conforme a idade de regeneração: Etapa I (0 – 10), Etapa II (10 – 25), Etapa III (> 25) e Etapa IV (florestas primárias). Testou-se a diferença da densidade, riqueza e composição de espécies entre as etapas, além de verificar a ocorrência de possíveis espécies indicadoras. Os táxons identificados também foram classificados de acordo com a guilda de tolerância a luz solar e colonização por substrato. Constatou-se que a composição de espécies foi a variável que melhor contribuiu para compreender a distribuição da comunidade briofítica ao longo das etapas sucessionais e que oito espécies apresentaram potencial indicador das fases de sucessão. Ao longo das etapas, as espécies generalistas predominaram, havendo redução da riqueza de especialistas de sol e aumento de especialistas de sombra. E, acredita-se que as condições microclimáticas e a estrutura das florestas podem influenciar na disponibilidade e qualidade dos substratos, conseqüentemente na colonização das briófitas nas diferentes etapas.

Palavras-chave: Briófitas. Floresta tropical úmida. Sucessão ecológica.

ABSTRACT

The bryophytes are a group with large ecological value in the process of ecological succession by conditioning the environment for emergence of subsequent groups. The objective was to investigate the distribution of bryophyte communities in a chronosequence in Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. The biological material was collected in forests of different succession stages according to the age of regeneration: Stage I (0 - 10), Stage II (10 - 25), Stage III (> 25) and Stage IV (primary forest). We tested difference in density, richness and species composition between the stages, also tested the possible occurrence of indicator species. We also classify the species according to tolerance guild to sunlight and substrate colonization. The species composition was the variable that best contributed to understand the distribution of the bryophyte community throughout the successional stages. Eight species are indicator of the succession phases and, throughout the stages, generalist species predominated, there was reduction in richness of sun specialists and increase in shade specialists. We also believed that the microclimatic conditions and the structure of the forests can influence in substrates availability and quality, consequently the colonization of bryophytes in different stages.

Keywords: Cryptogams. Rainforest wet. Secondary forest.

LISTA DE TABELAS

- Tabela S1. Caracterização das parcelas de coleta e distribuição do número de amostras por etapa de sucessão ecológica, conforme a idade de regeneração na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil.....38
- Tabela S2. Lista de briófitas em uma cronossequência na FLONA de Caxiuanã. Onde Oc. é o número de ocorrência; Etapa I – fase de iniciação, Etapa II – fase de exclusão de caules para plantas vasculares, Etapa III – fase de ressurgimento do sub-bosque e Etapa IV – florestas primárias; Gen – espécies generalistas, Som - especialista de sombra e Sol – Especialista de sol; Ca – carvão; Co – corticícola; Cu – cupinzeiro; Ep – epifila; Ex – epíxila e Te – terrícola.....39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curva de acumulação de espécie para cada etapa sucessional na FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.....	21
Figura 2. (A) Densidade e (B) Riqueza de briófitas média por parcela nas etapas de sucessão na FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.....	22
Figura 3. Escalonamento Não-Métrico Multidimensional (NMDS) da composição de espécies de briófitas entre as quatro etapas de sucessão na FLONA de Caxiuanã.	23
Figura 4. Distribuição das espécies quanto da guilda de tolerância à dessecação nas diferentes etapas sucessionais na FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.	24
Figura 5. Colonização dos diferentes substratos nas etapas de sucessão ecológica na FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.....	25

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
Bryophyte communities along ecological succession process in Forest National Caxiuanã, Pará, Brazil	15
MATERIAL E MÉTODOS	18
RESULTADOS	21
DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES	31
AGRADECIMENTOS	31
INFORMAÇÃO DE SUPORTE	32
ANEXO	43

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As briófitas, representadas por antóceros, hepáticas e musgos, apresentam ampla distribuição geográfica mesmo sendo plantas morfologicamente simples e de pequeno tamanho (COSTA; LUIZI-PONZO, 2010). Consideradas como um dos maiores grupos vegetais e podem ocorrer nos mais diferentes ecossistemas e habitats como em desertos (SMITH, 2013), gelos árticos (LONGTON, 1988) e em afloramentos rochosos (SILVA; SILVA; PÔRTO, 2014).

Algumas briófitas possuem ampla plasticidade e são capazes de resistir a alta intensidade luminosa e de suportar condições de dessecação ou até mesmo a ocorrência de fogo natural como nos ambientes de Cerrado (RIOS et al., 2016; VISNADI, 2004). Na ocorrência de perturbações em florestas conservadas, a composição de espécies é alterada, havendo o declínio de táxons sensíveis à dessecação (especialistas de sombra), bem como o surgimento e a permanência de táxons mais resistentes às variações ambientais (especialista de sol e generalistas, respectivamente) (GRADSTEIN et al., 2001).

Embora a distribuição de briófitas seja fortemente influenciada por fatores limitantes como alta luminosidade e baixa umidade, a disponibilidade e a qualidade de detritos lenhosos e a continuidade da vegetação lenhosa também influencia na distribuição desse grupo (LESICA et al., 1991). Desta forma, as briófitas podem colonizar os mais diferentes substratos como solo, rochas, troncos e folhas (ROBBINS, 1952).

Plantas avasculares são especialmente vulneráveis às mudanças em fatores abióticos da floresta por mostrarem alto grau de sensibilidade às alterações microclimáticas (WERNER; GRADSTEIN, 2009). Em decorrência ao limite de tolerância de cada espécie, em florestas recém perturbadas ocorre o desaparecimento de espécies mais sensíveis e adaptadas a ambientes úmido e sombreado e a prevalência de táxons mais resistentes (ALATALO; JÄGERBRAND; MOLAU, 2015; FREGO, 2007).

Estudos realizados em florestas secundárias identificaram que a riqueza em ambientes alterados é significativamente menor do que em áreas sem histórico de perturbação em Florestas Tropicais (WERNER; GRADSTEIN, 2009). Nöske *et al.* (2008) constataram que em florestas primárias a riqueza atinge até 72 espécies, enquanto em florestas alteradas atinge 49 espécies. Fato também observado por

Tavares-Martins et al. (2014), no qual as florestas secundárias apresentaram de 9 a 13 espécies a menos do que em florestas primárias.

Mesmo que a riqueza em florestas secundárias seja menor, as briófitas que colonizam esses ambientes possuem um amplo valor ecológico no processo de regeneração natural (SILVA; SILVA; PÔRTO, 2014). A brioflora estabelecida nas primeiras fases sucessionais condicionam o ambiente para o reestabelecimento das espécies tardias atuando na retenção de umidade, na fixação de nutrientes e na estabilização do solo (HALLINGBÄCK; HOSGETTS, 2000; TURETSKY et al., 2012).

Segundo Chokkalingam e Jong (2001), o processo de regeneração ocorre de forma natural e exibe diferença estrutural e na composição em florestas primárias, mesmo em áreas semelhantes.

Florestas secundárias contribuem na cobertura do solo de áreas perturbadas, no sequestro e conservação de estoques de carbono, bem como na manutenção da biodiversidade, tanto em estrutura como em funcionalidade, ao considerar a perda total desses serviços ecossistêmicos (VIEIRA; GARDNER, 2012).

A Floresta Nacional de Caxiuanã consiste em uma unidade de conservação que detém vasta extensão de floresta contínua (Lisboa, Bezerra, and Cardoso 2013). Entretanto, por se tratar de uma área protegida de uso sustentável, permite o uso da terra para fins de subsistência das populações tradicionais ali estabelecidas. As principais formas de utilização dos recursos naturais são caça, pesca, extração de madeira e agricultura familiar, onde nesta atividade a prática comum de trato cultural é o corte e a queima da vegetação para preparo do solo e cultivo (MIRANDA et al. 2015). Após o desgaste do solo por repetidas colheitas ocorre o abandono dessas áreas, as quais seguirão uma trajetória sucessional que resultam na formação de um mosaico de florestas secundárias na área (Chazdon 2012; Massoca et al. 2012).

Dada a importância, torna-se evidente a necessidade de aprimorar o conhecimento da brioflora nas florestas secundárias para melhor compreensão da dinâmica sucessional. Esse aspecto, conduziu a formação das questões que nortearam este trabalho, as quais foram: A brioflora diverge nos diferentes estágios sucessionais? Quais as guildas de tolerância que predominam ao longo das diferentes etapas de sucessão? Quais os substratos colonizados nas diferentes etapas de sucessão?

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo investigar a estrutura e a composição das briófitas em uma cronossequência de florestas secundárias na

Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. Ressalta-se que os resultados desta pesquisa serão apresentados em modelo de artigo científico abordando sobre a brioflora de florestas primárias e secundárias em diferentes estágios (Artigo I), seguindo as normas técnica da Biotropica (Anexo).

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALATALO, J. M.; JÄGERBRAND, A. K.; MOLAU, U. Testing reliability of short-term responses to predict longer-term responses of bryophytes and lichens to environmental change. **Ecological Indicators**, v. 58, p. 77–85, 2015.

CHOKKALINGAM, U.; JONG, W. I. L. DE. Secondary forest: a working definition and typology. **International Forestry Review**, v. 3, n. 1, p. 19–26, 2001.

COSTA, D.; LUIZI-PONZO, A. As briófitas do Brasil. In: FORZZA, R. C. et al. (Eds.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 61–68.

FREGO, K. A. Bryophytes as potential indicators of forest integrity. **Forest Ecology and Management**, v. 242, n. 1, p. 65–75, 2007.

GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P.; ALLEN, N. S. **Guide to the Bryophytes of tropical America**. New York Botanical Garden Press, Bronx, N.Y, 2001.

HALLINGBÄCK, T.; HOSGETTS, N. **Mosses, liverwortd, and hornworts. Status survey and conservation action plan for bryophytes**. [s.l: s.n.].

LESICA, P. et al. Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. **Canadian Journal of Botany**, v. 69, n. 8, p. 1745–1755, 1991.

LONGTON, R. E. Adaptations and strategies of polar bryophytes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 98, n. 3, p. 253–268, 1988.

NÖSKE, N. M. et al. Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, n. 1, p. 4–12, 2008.

- RIOS, A. B. M. et al. Bryophyte diversity in an area of Brazilian Cerrado in Central-West. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 11, n. 3, p. 132–140, 2016.
- ROBBINS, R. G. Bryophyta ecology of a dune area in New Zealand. **Acta Geobotânica**, n. 4, p. 1–31, 1952.
- SILVA, T. O. DA; SILVA, M. P. P.; PÔRTO, K. C. Briófitas de Afloramentos Rochosos do Estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 36, p. 85–100, 2014.
- SMITH, R. J. Cryptic diversity in bryophyte soil-banks along a desert elevational gradient. **Lindbergia**, v. 36, n. February, p. 1–8, 2013.
- TAVARES-MARTINS, A. C. C. et al. Bryophyte flora in upland forests at different successional stages and in the various strata of host trees in northeastern Pará , Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n. 1, p. 46–58, 2014.
- TURETSKY, M. R. et al. The resilience and functional role of moss in boreal and arctic ecosystems. **New Phytologist**, v. 196, n. 1, p. 49–67, 2012.
- VIEIRA, I. C. G.; GARDNER, T. A. Florestas secundárias tropicais: ecologia e importância em paisagens antrópicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 191–194, 2012.
- VISNADI, S. R. Distribuição da brioflora em diferentes fisionomias de cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 965–973, 2004.
- WERNER, F. A.; GRADSTEIN, S. R. Diversity of dry forest epiphytes along a gradient of human disturbance in the tropical Andes. **Journal of Vegetation Science**, v. 20, n. 1, p. 59–68, 2009.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

**Bryophyte communities along ecological succession process in National Forest Caxiuanã,
Pará, Brazil**

Tássia T. G. Takashima-Oliveira^{1*}, Priscila S. Medeiros¹, Ana C. C. Tavares-Martins¹

¹ Universidade do Estado do Pará, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, CEP 66095-015, Bairro Marco, Belém, Pará,
Brasil

^Received XX; revision accepted XX.

*Corresponding author: tassiatka@gmail.com

18 INDEPENDENTEMENTE DA DIMENSÃO, AS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM FLORESTAS
19 TROPICAIS ACARRETAM MUDANÇAS NA DINÂMICA DAS COMUNIDADES JÁ ESTABELECIDAS
20 (Chazdon 2008, Barlow *et al.* 2016, Machado *et al.* 2017). Após o desgaste e abandono das
21 áreas perturbadas, inicia-se o processo de regeneração espontânea para reestabelecimento do
22 equilíbrio dinâmico de uma floresta madura (Bazzaz & Pickett 1980, Finegan 1996, Chazdon
23 2012). Nesse contexto, surgem as florestas secundárias, as quais exercem papel fundamental na
24 proteção da biodiversidade e manutenção, tanto em estrutura como em funcionalidade, dos
25 serviços ecossistêmicos (Vieira & Gardner 2012).

26 A dinâmica de sucessão secundária em florestas tropicais úmidas segue uma progressão
27 de estágios, nos quais ocorre o aumento gradativo da riqueza de espécie e da complexidade
28 estrutural e funcional da floresta (Guariguata & Ostertag 2001, Chazdon 2012, Salomão *et al.*
29 2012). Chazdon (2008), agrupando áreas conforme a idade de regeneração, classificou a
30 sucessão secundária em três etapas. Para tanto, o autor considerou um conjunto de
31 características como germinação de sementes, recrutamento de espécies e grupo ecológico.
32 Nessa classificação, a primeira fase de sucessão é caracterizada pela dominância de espécies
33 tolerantes à alta incidência solar como algumas herbáceas, arbustos e lianas lenhosas; após 10
34 anos, quando a estrutura e a composição da vegetação mudam consideravelmente com a
35 colonização de espécies arbóreas, define-se segunda fase; e na terceira fase, áreas com 25 anos
36 de regeneração, a floresta é caracterizada por um maior grau de complexidade estrutural, com
37 formação dos estratos florestais, distribuição heterogênea da luz no sub-bosque e mortalidade de
38 espécies intolerantes à sombra (Chazdon 2008).

39 Para outros grupos biológicos, como a macrofauna edáfica, a recolonização nas florestas
40 secundárias é mais rápida do que as transformações da estrutura florestal da paisagem
41 sucessional, entre o período de 7 a 8 anos pós-distúrbio a composição em floresta secundária
42 assemelha à de floresta primária (Medeiros 2016, Amazonas *et al.* 2018). Diferentemente, em
43 uma capoeira com quarenta anos de regeneração, as características ambientais determinadas

44 pelo tempo não são suficientes para reestabelecer a diversidade de macrolíquens epífitos que
45 foram perdidos devido a distúrbios em uma floresta tropical de montana no sul do Equador
46 (Benítez *et al.* 2012). Para as briófitas, estudos em florestas secundárias na Amazônia brasileira
47 revelaram que a riqueza briofítica é menor do que em florestas primárias (Ilkiu-Borges & Lisboa
48 2002, Tavares-Martins *et al.* 2014, Fagundes *et al.* 2016).

49 Os distúrbios antrópicos em florestas conservadas ocasionam o declínio de briófitas
50 extremamente sensíveis à dessecação (especialistas de sombra), bem como o surgimento e a
51 permanência de táxons mais resistentes às variações ambientais (especialista de sol e
52 generalistas, respectivamente) (Gradstein *et al.* 2001). Os táxons tolerantes à dessecação,
53 apresentam um amplo valor ecológico no processo de sucessão por condicionar de modo
54 favorável o ambiente recém alterado (Ariyanti *et al.* 2008). Ao atuar na retenção de umidade,
55 fixação de nitrogênio e agregação no solo, essas espécies tolerantes beneficiam o
56 desenvolvimento e a permanência de grupos ecológicos subsequentes (Glime 2007).

57 Embora a distribuição de briófitas seja fortemente influenciada por fatores limitantes
58 como alta luminosidade e baixa umidade, a disponibilidade e a qualidade de detritos lenhosos e
59 a continuidade da vegetação lenhosa também influenciam na distribuição desse grupo (Lesica *et*
60 *al.* 1991). Desta forma, as briófitas podem colonizar os mais diferentes substratos como solo,
61 rochas, troncos e folhas (Robbins 1952).

62 A Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã consiste em uma unidade de conservação
63 que detém vasta extensão de floresta contínua (Lisboa *et al.* 2013). Entretanto, por se tratar de
64 uma área protegida de uso sustentável, permite o uso da terra para fins de subsistência das
65 populações tradicionais ali estabelecidas. As principais formas de utilização dos recursos
66 naturais são caça, pesca, extração de madeira e agricultura familiar, onde nesta atividade a
67 prática comum de trato cultural é o corte e a queima da vegetação para preparo do solo e cultivo
68 (Miranda *et al.* 2015). Após o desgaste do solo por repetidas colheitas ocorre o abandono dessas

69 áreas cultivadas, as quais resultaram na formação de um mosaico de florestas secundárias na
70 FLONA de Caxiuanã (Chazdon 2012; Massoca *et al.* 2012).

71 Diante disto, estudos ecológicos são necessários para compreender quais as
72 contribuições das briófitas na estrutura e funcionalidade em florestas secundárias e primárias na
73 FLONA de Caxiuanã. Portanto, com este estudo visou responder às seguintes questões: (1) A
74 densidade, riqueza e composição da brioflora diverge nas etapas de sucessão? (2) Há presença
75 de espécies com potencial indicador das fases de sucessão? (3) Como se distribuem as guildas
76 de tolerância entre as etapas de sucessão ecológica? (4) Quais tipos de substratos são
77 colonizados nas florestas com histórico de perturbação na FLONA de Caxiuanã?

78 Objetivou-se investigar as características estruturais e as espécies indicadoras de
79 sucessão nas comunidades de briófitas em uma cronossequência na Floresta Nacional de
80 Caxiuanã, Pará, Brasil.

81

82 MATERIAL E MÉTODOS

83

84 STUDY SITE.— O presente estudo foi conduzido na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã,
85 localizada nos limites dos municípios de Melgaço e Portel, estado do Pará, Brasil. Instituída
86 como unidade de conservação federal de uso sustentável pelo Decreto nº 239, de 28 de
87 novembro de 1961 (Brasil 1961), está inserida em uma área de planície, com relevo
88 apresentando altitudes inferiores a 50 m e caracterizado por interflúvios extensos e tabulares
89 com maior distribuição do tipo de solo classificado como latossolo amarelo (Costa *et al.* 2002).

90 Enquadrada na faixa tropical, o clima da região é do tipo Am (tropical úmido) de acordo
91 com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26°C. A região apresenta
92 incidência pluviométrica anual em torno de 1.717,3 mm e umidade relativa do ar por volta de
93 80% (Costa *et al.* 2013).

94

95 SAMPLING DATA.— A amostragem da brioflora foi realizada em julho de 2016 e distribuída em
96 20 parcelas de 20 m x 20 m (400 m²) no sub-bosque de florestas primárias e secundárias de
97 Terra Firme seguindo as recomendações de Frahm *et al.* (2003), com adaptações de Medeiros
98 (2016). As parcelas abrangeram diferentes estágios de sucessão (cinco em cada etapa) de acordo
99 com a proposta por (Chazdon 2008), com adequações para as florestas primárias onde se
100 convencionou classificar em Etapa IV (Tabela S1). Sendo assim, a Etapa I (0 – 10 anos de
101 regeneração), compreende a fase de Iniciação; a Etapa II (10 — 25 anos), a fase de Exclusão de
102 caules; a Etapa III (> 25 anos), fase de Ressurgimento do sub-bosque e a Etapa IV, florestas
103 primárias.

104 A coleta do material biológico abrangeu toda a área delimitada de cada parcela e os
105 procedimentos metodológicos de coleta, herborização e preservação do material biológico se
106 procederam conforme (Yano 1984). O processo de identificação ocorreu com a utilização de
107 literaturas especializadas para o grupo (Gradstein 1994, Reiner-Drehwald 2000, Buck 2003,
108 Gradstein & Costa 2003, Zartman & Ilkiu-Borges 2007, Dauphin 2009, Gradstein & Ilkiu-
109 Borges 2009). A classificação de Marchantiophyta e Bryophyta foram utilizadas (Crandall-
110 Stotler *et al.* 2009, Goffinet *et al.* 2009), respectivamente, com adaptações de Carvalho-Silva *et*
111 *al.* (2017) para Sematophyllaceae. O material analisado foi incorporado no Herbário Prof^a Dr^a
112 Marlene Freitas da Silva (MFS) da Universidade do Estado do Pará.

113 Visando avaliar o esforço amostral nas etapas de sucessão foram realizadas curvas de
114 acumulação, obtidas com a função *Mao Tau* e intervalo de confiança de 95% (Gotelli & Colwell
115 2001). Além disso, estimou-se a riqueza esperada para cada etapa sucessional pelos estimadores
116 não paramétricos Chao 1 e Jackknife 1. Para ambas as análises, utilizou-se o programa Estimate
117 8.0 (Gotelli & Colwell 2001).

118

119 DATA ESTIMATION AND ANALYSIS.— Considerando a parcela como unidade amostral, testou-
120 se a diferença entre as variáveis dependentes (densidade e riqueza) e as etapas de sucessão
121 (ANOVA de um fator) no software Past 3.18 (Hammer *et al.* 2013). Para tanto, utilizou-se o
122 termo de indivíduos para o número médio da ocorrência de briófitas em cada etapa.

123 A diferença entre a composição de espécies das quatro etapas de sucessão foi testada
124 pela Análise Multivariada da Variância (MANOVA), com índice de similaridade de Bray Curtis
125 (Zar 2009). Para ordenação dos grupos, utilizou-se o Método de Escalonamento Não-Métrico
126 Multidimensional (NMDS), o qual é baseado em uma matriz de distância em que o algoritmo
127 busca encontrar os pontos de dados em duas ou mais dimensões (Legendre & Legendre 2012).
128 Como medida de distância foi utilizado com base no índice de Sorensen, com melhor
129 espacialização em duas dimensões e critério para estabilização = 0,000001 no programa Primer-
130 Permanova.

131 As possíveis espécies indicadoras de cada etapa de sucessão foram determinadas pelo
132 índice de espécies indicadoras (IndVal) utilizando o software R. Esta análise considera a
133 fidelidade e a especificidade de cada espécie separadamente a um determinado grupo, neste caso
134 as etapas (Dufrêne & Legendre 1997).

135 Registrou-se também a guilda de tolerância a incidência solar, classificando as espécies
136 em especialista de sol, especialista de sombra e generalistas de acordo com os trabalhos de
137 (Richards 1984, Cornelissen & ter Steege 1989, Gradstein 1992, 1994, Gradstein *et al.* 2001,
138 Gradstein & Ilkiu-Borges 2009, Tavares 2009, Santos *et al.* 2011, Garcia *et al.* 2014a, Fagundes
139 *et al.* 2016).

140 As espécies foram classificadas de acordo com a colonização por substrato em epifila,
141 epíxila, corticícola e terrícola (Robbins 1952), com adaptação para colonização em cupinzeiro e
142 carvão.

143

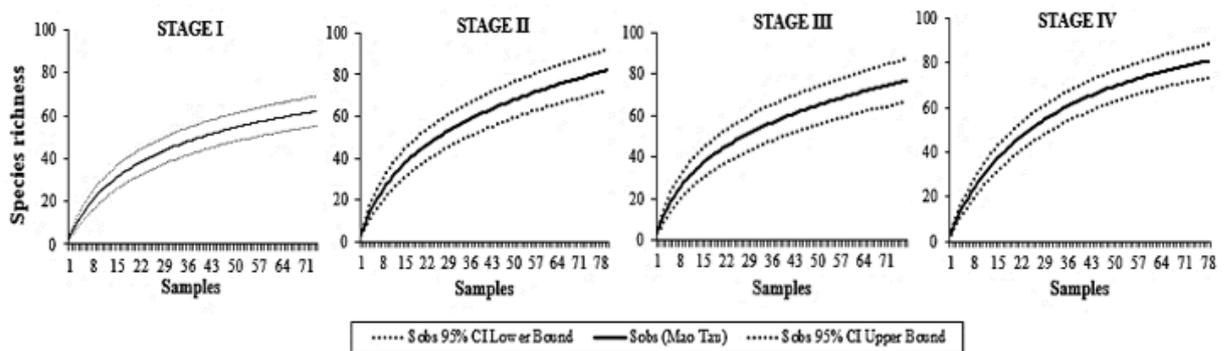
144 **RESULTADOS**

145

146 A brioflora de florestas primária e secundária de Terra Firme em cronossequência na
 147 FLONA de Caxiuanã foi composta por 136 espécies, distribuídas em 1291 indivíduos (Tabela
 148 S2). Mesmo com 309 amostras analisadas, a curva não estabilizou, no entanto, os estimadores
 149 Chao 1 e Jackknife 1 preveem um número apenas 25% maior que o observado (Fig. 1).

150

151 Figura 1. Curva de acumulação de espécie para cada etapa sucessional na FLONA de Caxiuanã,
 152 Pará, Brasil.



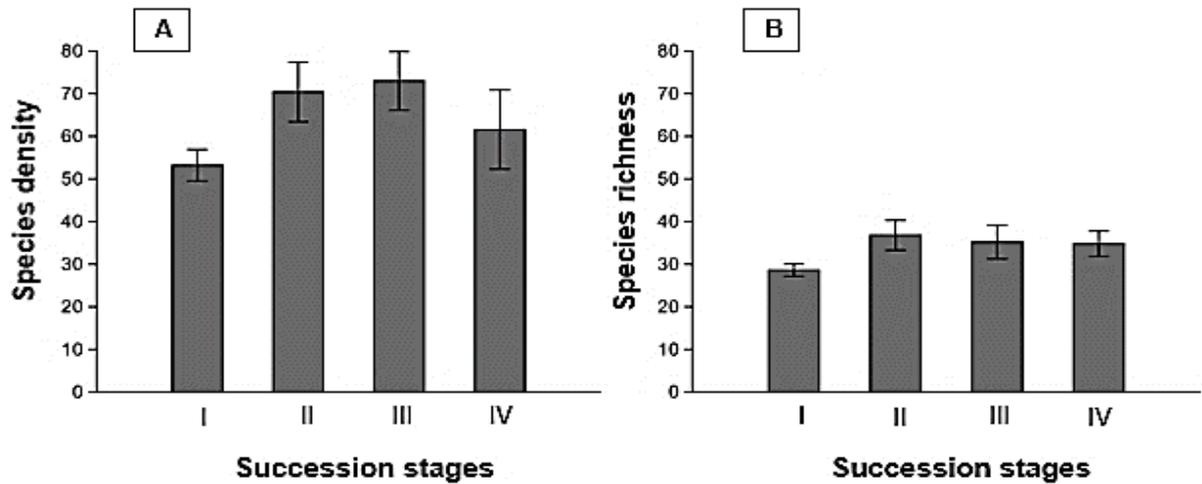
153

154

155 Na Etapa I (fase de iniciação), registrou-se 53 indivíduos e 29 espécies, na Etapa II (fase
 156 de formação de estratos), 70 indivíduos e 37 espécies; na Etapa III (ressurgimento do sub-
 157 bosque), 73 indivíduos e 35 espécies e na Etapa IV, 62 indivíduos e 35 espécies (Fig. 2)
 158 Embora, estatisticamente não se tenha constatado diferenças significativas quanto a riqueza ($F =$
 159 $1.35, p > 0.05$) e a densidade ($F = 1.65, p > 0.05$) entre as etapas de sucessão.

160

161 Figura 2. (A) Densidade e (B) Riqueza de briófitas média por parcela nas etapas de sucessão na
162 FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.

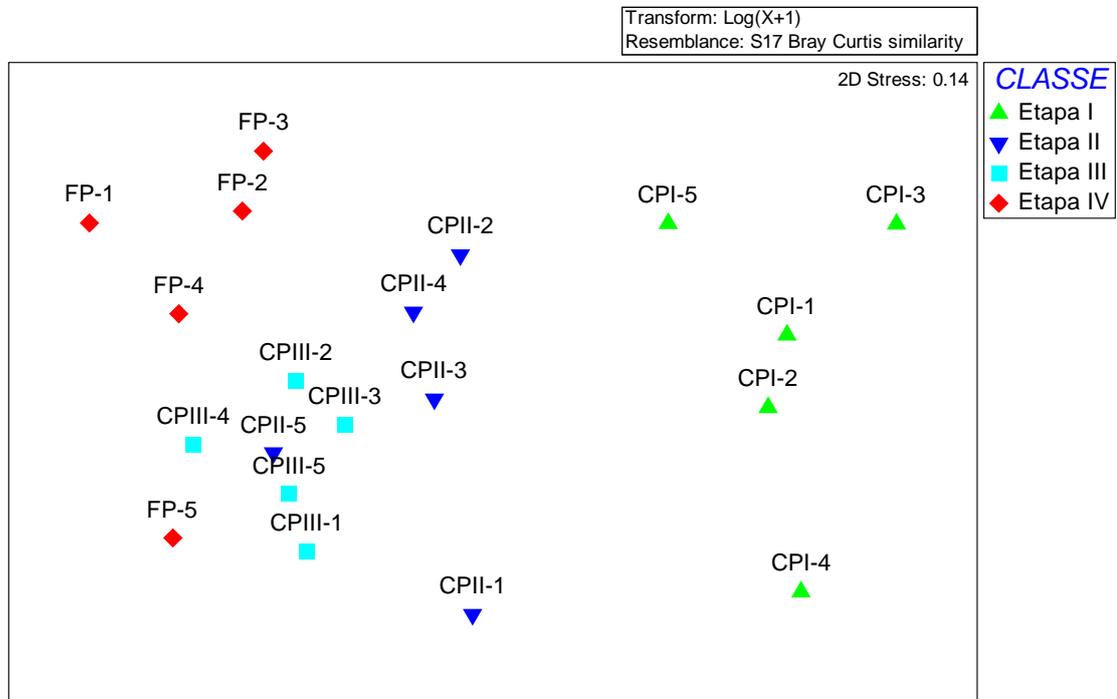


163

164 Constatou-se diferença significativa da composição de briófitas entre as etapas de
165 sucessão ecológica na FLONA de Caxiuanã (Pseudo-F = 3.13, $p < 0.001$). O pós-teste
166 identificou que a Etapa I difere significativamente das demais etapas ($p < 0.01$) e que a Etapa II
167 e IV também são distintas entre si ($t = 1.29$, $p < 0.01$). A distinção entre as etapas pode ser
168 observada na ordenação NMDS (Fig. 3).

169

170 Figura 3. Escalonamento Não-Métrico Multidimensional (NMDS) da composição de espécies
 171 de briófitas entre as quatro etapas de sucessão na FLONA de Caxiuanã.



172

173

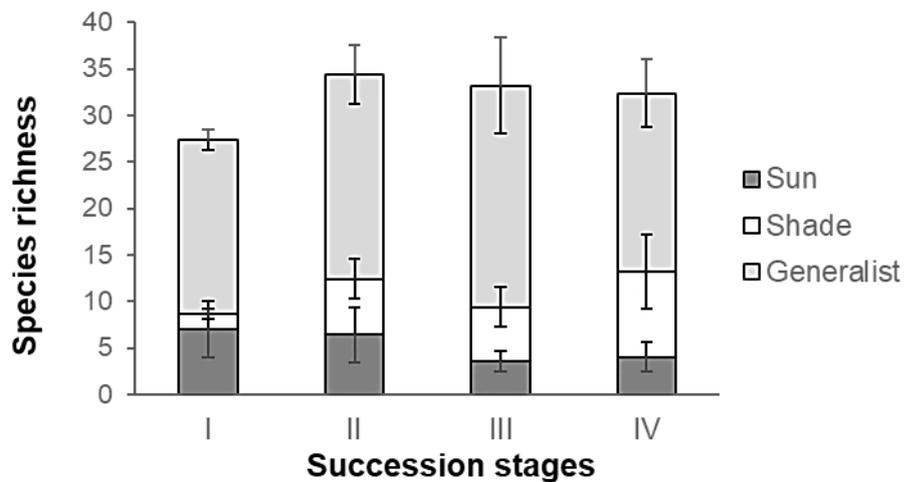
174 Por meio do teste IndVal, verificou-se que oito espécies são indicadoras para os
 175 diferentes estágios de sucessão ecológica. *Archilejeunea auberiana* (Mont.) A.Evans.,
 176 *Acrolejeunea torulosa* (Lehm. & Lindenb.) Schiffn. e *Acrolejeunea emergens* (Mitt.) Steph.
 177 foram indicadas para a Etapa I; *Cololejeunea subcardiocarpa* Tixier para a Etapa II; e
 178 *Prionolejeunea denticulata* (Weber) Schiffn., *Prionolejeunea muricato-serrulata* (Spruce)
 179 Steph., *Radula flaccida* Lindenb. & Gottsche e *Haplolejeunea cucullata* (Steph.) Grolle para a
 180 Etapa IV. Para a Etapa III, não houve indicação.

181 Quanto à guilda de tolerância à incidência solar, registrou-se na Etapa I a riqueza de sete
 182 especialistas de sol, dois especialistas de sombra e 20 generalistas; na Etapa II, seis especialistas
 183 de sol, seis especialistas de sombra e 22 generalistas; na Etapa III, quatro especialistas de sol,
 184 seis especialistas de sombra e 24 generalistas e na Etapa IV, quatro especialistas de sol, nove

185 especialistas de sombra e 19 generalistas (Fig. 4). Dentre as 136 espécies identificadas 13
 186 espécies não foram categorizadas de acordo com a guilda de tolerância a incidência solar.

187

188 Figura 4. Distribuição das espécies quanto da guilda de tolerância à dessecação nas diferentes
 189 etapas sucessionais na FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil.



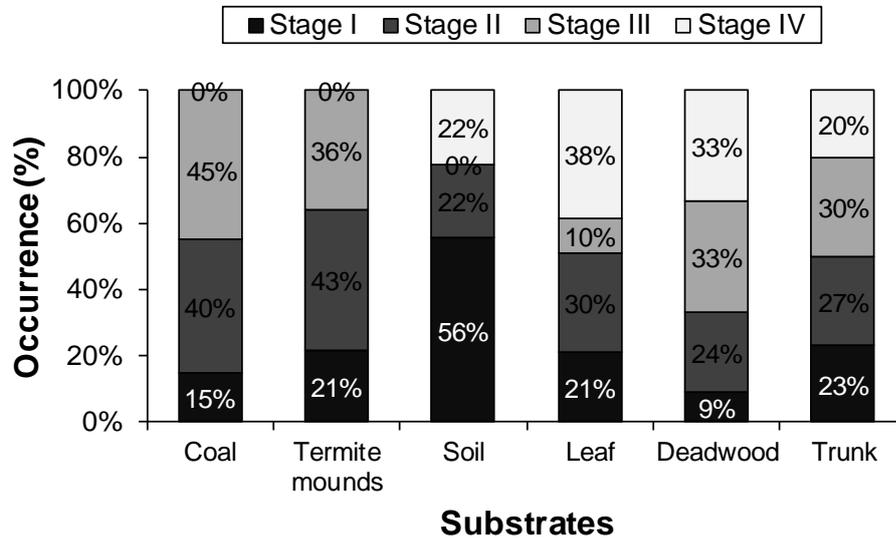
190

191 No que tange aos substratos, as briófitas foram encontradas colonizando
 192 majoritariamente tronco vivo (70%, 899 espécimes e 116 spp.), seguido por troco em
 193 decomposição (16%, 206 ocorrências e 74 spp.), folhas (11%, 143 ocorrências e 28 spp.), carvão
 194 (2%, 20 ocorrências e 11 spp.), cupinzeiro (1%, 14 ocorrências e 8 spp.) e sobre o solo (1%, 9
 195 ocorrências e 8 spp.).

196 As espécies corticícolas apresentaram distribuição variando entre 20% a 30% entre as
 197 etapas (Fig. 5). As espécies epíxilas foram pouco representativas na Etapa I (9%) e as epífilas na
 198 Etapa III (10%). As espécies que ocorreram sobre o solo foram mais representativas na Etapa I
 199 (56%). E, as espécies que colonizaram cupinzeiro e carvão ocorreram somente nas Etapas I, II e
 200 III, aumentando gradativamente a ocorrência ao longo das etapas sucessionais.

201

202 Figura 5. Colonização dos diferentes substratos nas etapas de sucessão ecológica na FLONA de
 203 Caxiuanã, Pará, Brasil.



204

205 Houve diferença significativa entre a colonização dos substratos e a populações de
 206 briófitas (Pseudo-F= 4.14, $p < 0.001$). Com o pós-teste, identificou-se que composição de
 207 espécies epífilas apresentaram diferença significativa entre as demais populações que ocorreram
 208 sobre os substratos analisados ($t > 1.76$, $p < 0.002$). Além disso, constatou-se diferença entre
 209 composição de espécies que colonizaram carvão e cupinzeiro ($t = 1.48$, $p = 0.02$), bem como
 210 carvão e solo ($t = 1.49$, $p < 0.05$), havendo também diferença entre a composição de espécies
 211 corticícolas e epíxilas ($t = 1.69$, $p = 0.0001$).

212

213 DISCUSSÃO

214

215 SPECIES DENSITY AND RICHNESS.— A brioflora registrada representou cerca de 22% do
 216 registrado para a Amazônia brasileira, 33% das espécies catalogadas para o estado do Pará e 51%
 217 para a FLONA de Caxiuanã (Costa 2013). Segundo (Gradstein *et al.* 2001), as condições
 218 climáticas das Florestas Tropicais Úmidas favorecem a elevada riqueza da brioflora, o que
 219 justifica os valores registrados neste trabalho.

220 A curva de acumulação de espécies não estabilizou em nenhuma das etapas de sucessão,
221 esse padrão é comumente encontrado para a maioria dos grupos biológicos em florestas tropicais
222 devido a presença de um grande número de espécies raras e a heterogeneidade dos ambientes
223 (Schilling & Batista 2008, Ferreira *et al.* 2011). Para a comunidade de briófitas, estudos
224 realizados em áreas perturbadas na Amazônia, como em florestas fragmentadas próximo ao rio
225 Xingu, rio Pará e em áreas no entorno do reservatório da hidrelétrica de Tucuruí, a curva de
226 acumulação de espécies também não estabilizou (Garcia *et al.* 2014b, Pantoja *et al.* 2015,
227 Fagundes *et al.* 2016).

228 As briófitas das etapas com histórico de perturbação (Etapa I, II e III) tiveram um
229 aumento crescente na densidade ao longo dessas etapas, de modo semelhante outros grupos
230 como à macrofauna edáfica, foi constatado um aumento linear da densidade em uma
231 cronossequência (Amazonas *et al.* 2018). Entretanto, ao comparar com a floresta primária
232 (Etapa IV), constatou-se que o número de indivíduos registrados nas Etapas II e III foi maior.

233 A riqueza de espécies registrada nas florestas secundárias diferiu de outros estudos
234 realizados em florestas com histórico de alteração, nas quais a riqueza registrada foi menor do
235 que em florestas primárias (6 a 13 espécies a menos) (Ilkiu-Borges & Lisboa 2002, Tavares-
236 Martins *et al.* 2014, Fagundes *et al.* 2016). Neste estudo, a Etapa II apresentou riqueza maior do
237 que as etapas III e IV, sendo que estas duas foram equivalentes em número de espécies.
238 Desta forma, tanto os valores de densidade, como os de riqueza ao longo das etapas estudadas
239 estão em conformidade com a hipótese de que durante o processo de sucessão ecológica há
240 ocorrência de um período intermediário em que esses parâmetros são maiores do que no estágio
241 de uma floresta madura (Peet 1995).

242 Na Etapa I, a qual engloba as parcelas com históricos mais recentes de perturbação (0 –
243 10 anos), foi observado os menores valores de densidade (53 indivíduos) e riqueza (29 espécies)
244 quando comparada com as demais etapas. No entanto, mesmo que os distúrbios ambientais
245 resultem em grande perda na diversidade de briófitas (Newmaster *et al.* 2003), o dano ao

246 número de espécies registrado na Etapa I foi apenas de 17% em relação às florestas primárias,
247 sendo que para alguns autores, a ocorrência de supressão da cobertura vegetal em áreas da
248 América tropical resultou em taxas entre 30% a 50% da perda do número de espécies (Sillett *et*
249 *al.* 1995, Acebey *et al.* 2003, Nöske *et al.* 2008). Segundo (Massoca *et al.* 2012, Silva *et al.*
250 2016), a inserção das áreas perturbadas em meio às florestas ainda conservadas pode ter
251 influenciado na manutenção do número de espécies.

252

253 SPECIES COMPOSITION.— As mudanças nos fatores abióticos (temperatura e umidade) da
254 floresta alterada influenciaram significativamente na composição da comunidade briofítica
255 (Oliveira & ter Steege 2013). Na fase inicial de sucessão, onde a exposição solar é mais intensa,
256 há o predomínio de espécies resistentes a dessecação (Ariyanti *et al.* 2008), como as espécies do
257 gênero *Frullania* e *Pycnolejeunea*, fato que justifica esta etapa constituir um grupo de espécies
258 isolado em relação às demais etapas. De modo semelhante, para plantas vasculares, a fase inicial
259 de sucessão ecológica também é caracterizada pela dominância espécies tolerantes à alta
260 incidência solar (Bazzaz & Pickett 1980, Guariguata & Ostertag 2001, Chazdon 2008).

261 Ainda considerando as plantas vasculares, o processo de regeneração segue com o
262 enriquecimento gradual de espécies e aumento da complexidade funcional (Chazdon 2012,
263 Vieira *et al.* 2014). Fato também observado para as briófitas na Etapa II que apresentaram maior
264 densidade e riqueza, havendo diferença significativa na composição de espécies em relação as
265 Etapa I. Constatou-se que o número de indivíduos e de espécies com a presença de ocelos
266 aumentou 32% (27 indivíduos) e 28% (4 spp.), respectivamente, em relação a Etapa I. Espécies
267 como *Ceratolejeunea confusa* R.M.Schust., *Ceratolejeunea guianensis* (Nees & Mont.) Steph.,
268 *Ceratolejeunea minuta* Dauphin e *Ceratolejeunea laetefusca* (Austin) R.M.Schust., que
269 possuem ocelos presentes nos filídios, passaram a ocorrer na Etapa II. Segundo (He *et al.* 2013)
270 os oleocorpos contidos nos ocelos podem ter a função de proteger contra a luz excessiva, a
271 radiação ultravioleta e a dessecação.

272 Neste estudo, a composição da brioflora em áreas com 25 anos de regeneração (Etapa
273 III) assemelhou à de florestas primárias (Etapa IV), haja vista que não houve diferença na
274 composição entre essas etapas. O período de recolonização das florestas secundárias por uma
275 população semelhante à de florestas primárias varia para diferentes grupos biológicos. Para a
276 macrofauna edáfica, em florestas tropicais, esse processo ocorre entre 7 a 8 anos pós-distúrbio
277 (Medeiros 2016, Amazonas *et al.* 2018), entretanto, para os macrolíquens epífitos, uma capoeira
278 com quarenta anos de regeneração não foi suficiente para reestabelecer a diversidade em uma
279 floresta tropical de montana (Benítez *et al.* 2012). De acordo com (Massoca *et al.* 2012, Silva *et*
280 *al.* 2016), a trajetória sucessional pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a
281 inserção das áreas perturbadas em meio à florestas ainda conservadas, bem como a
282 disponibilidade de agente dispersores podem ter colaborado para regeneração da brioflora dos
283 ambientes estudados.

284

285 BIOINDICATOR SPECIES.— Na Etapa I, ainda que compreenda a fase com menor densidade e
286 riqueza de espécies, a *Archilejeunea auberiana* (Mont.) A.Evans., a *Acrolejeunea torulosa*
287 (Lehm. & Lindenb.) Schiffn. e a *Acrolejeunea emergens* (Mitt.) Steph. apresentaram maior
288 fidelidade e a especificidade pelas condições ambientais nesta fase de sucessão (Dufrêne &
289 Legendre 1997). Classificadas como epífitas de sol, essas espécies possuem característica
290 morfológica que confere alta capacidade de suportar condições ambientais que provocam a
291 dessecação (Gradstein 1994, Fagundes *et al.* 2016). Dentre as características morfológicas,
292 destaca-se o tamanho dos lóbulos, que variam entre 2/5 a 1/2 do comprimento do lobo em cada
293 filídio quando desenvolvidos, e a pigmentação, que varia entre verdes a marrom avermelhadas
294 ou marrom escuro para esses gêneros (Gradstein 1994, Gradstein & Costa 2003, Zartman &
295 Ilkiu-Borges 2007). Os lóbulos são estruturas que proporcionam a estocagem de água e a
296 pigmentação vermelha da célula tem a finalidade de proteger a clorofila e o DNA de possíveis
297 danos causados pela radiação ultravioleta (Zartman 2003, Glime 2017).

298 Diferente do encontrado por Zartman (2003) que considerou as espécies epífitas um
299 grupo ideal para descrever impactos da fragmentação do habitat devido à alta sensibilidade para
300 condições ambientais locais. A *Cololejeunea subcardiocarpa* Tixier foi classificada como
301 indicadora de florestas secundárias com 10 a 25 anos de regeneração pela maior fidelidade e a
302 especificidade à esses ambientes, mesmo havendo registro de um a dois indivíduos nas demais
303 etapas.

304 Na Etapa IV, *Prionolejeunea denticulata* (Weber) Schiffn., *Prionolejeunea muricato-*
305 *serrulata* (Spruce) Steph., *Haplolejeunea cucullata* (Steph.) Grolle e *Radula flaccida* Lindenb.
306 & Gottsche foram classificadas como espécies indicadoras e ocorreram exclusivamente em
307 florestas primárias, com exceção da *Haplolejeunea cucullata* (Steph.) Grolle que teve um
308 registro na Etapa II. A *Radula flaccida* Lindenb. & Gottsche, espécie de caráter generalista, foi
309 reportada por Zartman (2003) como um táxon abundante em pequenos fragmentos florestais (1 a
310 10 ha) na Amazônia central. As demais espécies, foram classificadas como epífitas de sombra e
311 de acordo com Frahm *et al.* (2003) são boas indicadoras em florestas primárias pela alta
312 vulnerabilidade à perturbação, havendo o desaparecimento dessas espécies quando a floresta é
313 suprimida.

314

315 TOLERANCE GUILD – Em ambientes com histórico de perturbações, as espécies generalistas são
316 menos afetadas, o que justifica a ampla ocorrência em todas as etapas (Acebey *et al.* 2003).
317 Segundo (Proctor *et al.* 2007), briófitas encontradas em locais abertos e expostos possuem
318 extremos níveis de tolerância tanto à dessecação, com também radiação solar intensa, o que
319 também se aplica para as epífitas de sol que tiveram maior representatividade na Etapa I.

320 Com o desenvolvimento estrutural das florestas perturbadas, ocorre a substituição de
321 especialistas de sol por espécies adaptadas às condições de sub-bosque em florestas maduras, o
322 que resultou na maior porção desta guilda na Etapa IV (Benítez *et al.* 2015). Segundo (Frahm

323 1990), a tolerância à dessecação é considerada como uma adaptação de sobrevivência diante de
324 condições hostis para plantas poiquilohídricas.

325

326 SUBSTRATE . – A abundância acima de 70% de espécies corticícolas é comumente encontrada
327 em estudos realizados na Amazônia brasileira (Brito & Ilkiu-Borges 2014, Garcia *et al.* 2014a),
328 haja vista que em florestas tropicais tronco vivo e em decomposição são os substratos mais
329 disponíveis para colonização das briófitas (Valente *et al.* 2009). No entanto, as floresta maduras
330 proporcionam resíduos de madeira em decomposição com maior teor de umidade do que
331 florestas recém alteradas, o que proporcionou o melhor estabelecimento de briófitas epíxilas nas
332 etapas mais tardias da sucessão ecológica (Haughian & Frego 2015).

333 De acordo com Pedroso-Júnior *et al.* (2008), a prática de corte e queima da vegetação é
334 muito recorrente por pequenos agricultores na região amazônica o que acarreta na exposição do
335 solo e justifica a ocorrência de espécie terrícolas principalmente na Etapa I. Nas etapas
336 posteriores a camada de serapilheira é formada e dificulta o estabelecimento dessas espécies
337 (Valente *et al.*, 2009). Após o preparo do solo com a queima da vegetação, resíduos como o
338 carvão se tornou habitat para algumas briófitas, o que justifica a ocorrência desse substrato
339 somente nas etapas que tiveram histórico de perturbação.

340 Em estudo com briófitas epífilas foi identificado a preferência por ambientes úmidos e
341 sombreados (Gradstein *et al.* 2001, Zartman 2003). Em ambientes hostis como pequenos
342 fragmentos florestais (1 a 10 ha), as epífilas ocorrem em alta abundância e baixa riqueza com
343 diferenças significativas entre as florestas contínuas (Zartman 2003). Neste estudo, as epífilas
344 que ocorreram na Etapa II apresentaram abundância próxima à de florestas primárias (30% e
345 38%, respectivamente). Observou-se que as folhas de palmeiras foram as mais colonizadas,
346 principalmente nas florestas secundárias. (Edwards 1986) constatou que as folhas de palmeiras
347 representam microhabitats capazes de proporcionar condições que permitem o estabelecimento
348 de briófitas em ambientes alterados.

349

350 **CONCLUSÕES**

351

352 A composição de espécies foi a variável que melhor contribuiu para compreender a
353 distribuição da comunidade briofítica ao longo das etapas sucessionais. Florestas secundárias
354 com recente histórico de perturbação (0 a 10 anos) consistiu no grupo mais distante da
355 composição de briófitas em uma floresta madura, enquanto que áreas com mais de 25 anos de
356 regeneração apresentaram composição semelhante à de florestas primárias.

357 As diferentes fases de sucessão foram marcadas por oito espécies indicadoras, exceto a
358 Etapa III, na qual não foram observadas aquelas que apresentassem fidelidade e especificidades
359 a esses ambientes.

360 Espécies com amplo intervalo de tolerância (generalistas) predominaram em todas as
361 etapas de sucessão e ao longo das etapas, houve a redução da riqueza de especialistas de sol e
362 aumento de especialistas de sombra.

363 Acredita-se que as condições microclimáticas e a estrutura das florestas podem
364 influenciar na disponibilidade e qualidade dos substratos, conseqüentemente na colonização das
365 briófitas nas diferentes etapas. Por isso, as espécies epíxilas foram mais representativas nas
366 etapas tardias, as terrícolas nas iniciais e a colonização do carvão somente nas etapas de
367 florestas secundárias. Além disso, para as epífilas, as folhas de palmeiras possivelmente
368 proporcionaram a alta ocorrência nas etapas iniciais de sucessão.

369

370 **AGRADECIMENTOS**

371

372 Os autores agradecem ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
373 (ICMBio) pela autorização para desenvolver esta pesquisa na FLONA de Caxiuanã. Ao
374 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao coordenador da

375 Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) Dr. Leandro Ferreira e ao Dr. Alcindo Martins Jr
 376 pelo apoio logístico durante a coleta de dados.

377

378 **INFORMAÇÃO DE SUPORTE**

379

380 Tabela S1. Caracterização das parcelas de coleta e distribuição do número de amostras por etapa
 381 de sucessão ecológica, conforme a idade de regeneração na Floresta Nacional de Caxiuanã,
 382 Pará, Brasil.

383 Tabela S2. Lista de briófitas em uma cronosequência na FLONA de Caxiuanã. Onde Oc. é o
 384 número de ocorrência; Etapa I – fase de iniciação, Etapa II – fase de exclusão de caules para
 385 plantas vasculares, Etapa III – fase de ressurgimento do sub-bosque e Etapa IV – florestas
 386 primárias; Gen – espécies generalistas, Esom - especialista de sombra e Esol – Especialista de
 387 sol; Ca – carvão; Co – corticícola; Cu – cupinzeiro; Ep – epífila; Ex – epíxila e Te – terrícola.

388

389 **LITERATURA CITADA**

390

391 ACEBEY, A., S. R. GRADSTEIN, and T. KRÖMER. 2003. Species richness and habitat diversification of
 392 bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *J. Trop. Ecol.* 19: 9–18.

393 AMAZONAS, N. T., R. A. G. VIANI, M. G. A. REGO, F. F. CAMARGO, R. T. FUJIHARA, and O. A. VALSECHI.
 394 2018. Soil macrofauna density and diversity across a chronosequence of tropical forest
 395 restoration in Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* s/v: 1–8.

396 ARIYANTI, N. S., M. M. BOS, K. KARTAWINATA, S. S. TJITROSOEDIRDJO, E. GUHARDJA, and S. R. GRADSTEIN.
 397 2008. Bryophytes on tree trunks in natural forests, selectively logged forests and cacao
 398 agroforests in Central Sulawesi, Indonesia. *Biol. Conserv.* 141: 2516–2527.

399 BARLOW, J. ET AL. 2016. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity
 400 loss from deforestation. *Nature* 535: 144–147.

401 BAZZAZ, F. A., and S. T. A. PICKETT. 1980. Physiological ecology of tropical succession: A
 402 comparative review. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 287–310.

- 403 BENÍTEZ, Á., M. PRIETO, and G. ARAGÓN. 2015. Large trees and dense canopies: key factors for
404 maintaining high epiphytic diversity on trunk bases (bryophytes and lichens) in tropical
405 montane forests. *Forestry* 88: 521–527.
- 406 BENÍTEZ, Á., M. PRIETO, Y. GONZÁLEZ, and G. ARAGÓN. 2012. Effects of tropical montane forest
407 disturbance on epiphytic macrolichens. *Sci. Total Environ.* 441: 169–175.
- 408 BRASIL. 1961. Decreto nº 239, de 28 de novembro de 1961. ICMBIO, Brasília.
- 409 BRITO, E. DA S., and A. L. ILKIU-BORGES. 2014. Briófitas de uma área de Terra Firme no município
410 de Mirinzal e novas ocorrências para o estado do Maranhão, Brasil. *Iheringia Sér.
411 Botânica* 69: 133–142.
- 412 BUCK, W. R. 2003. Guide to the plants of Central French Guiana. part 3. Mosses. *Mem. N. Y. Bot.
413 Gard.* 76: 1–167.
- 414 CARVALHO-SILVA, M., M. STECH, L. H. SOARES-SILVA, W. R. BUCK, N. J. WICKETT, Y. LIU, and P. E. A. S.
415 CÂMARA. 2017. A molecular phylogeny of the Sematophyllaceae s.l. (Hypnales) based on
416 plastid, mitochondrial and nuclear markers, and its taxonomic implications. *Taxon* 66:
417 811–831.
- 418 CHAZDON, R. L. 2008. Chance and Determinism in Tropical Forest Succession. *In* W. P. Carson and
419 S. A. Schnitzer (Eds.) *Tropical forest community ecology*. pp. 384–408, Wiley-Blackwell
420 Pub, Chichester; Malden, MA.
- 421 CHAZDON, R. L. 2012. Regeneração de florestas tropicais. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Ciênc.
422 Nat.* 7: 195–218.
- 423 CORNELISSEN, J. H. C., and H. TER STEEGE. 1989. Distribution and ecology of epiphytic bryophytes
424 and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *J. Trop. Ecol.* 5: 131–150.
- 425 COSTA, A. C. L., A. A. R. OLIVEIRA, G. CAMARINHA NETO, M. C. COSTA, and J. A. SILVA JÚNIOR. 2013.
426 Caracterização meteorológica da Floresta Nacional de Caxiuanã. *In* P. L. B. Lisboa and B.
427 T. T. Portela (Eds.) *Caxiuanã: paraíso ainda preservado*. pp. 45–54, Museu Paraense
428 Emílio Goeldi, Belém.
- 429 COSTA, D. P. 2013. Briófitas In *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. *Jard. Botânico Rio Jan.*
430 Available at: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128472>.
- 431 COSTA, M. L., D. C. KERN, H. BEHLING, and M. S. BORGES. 2002. Geologia. *In* P. L. B. Lisboa (Ed.)
432 *Caxiuanã: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica*. pp. 179–206,
433 Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- 434 CRANDALL-STOTLER, B., R. E. STOTLER, and D. G. LONG. 2009. Morphology and classification of the
435 Marchantiophyta. *In* A. J. Shaw and B. Goffinet (Eds.) *Bryophyte Biology*. pp. 1–54,
436 University Press Cambridge, Cambridge.
- 437 DAUPHIN, G. 2009. *Ceratolejeunea* (Lejeuneaceae: Lejeuneoideae). *Flora Neotropica Monogr.*
438 90: 1–80.

- 439 DUFRENE, M., and P. LEGENDRE. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for
440 flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67: 345–366.
- 441 EDWARDS, M. E. 1986. Disturbance histories of four snowdonian woodlands and their relation to
442 Atlantic bryophyte distributions. *Biol. Conserv.* 37: 301–320.
- 443 FAGUNDES, D. N., A. C. TAVARES-MARTINS, A. L. ILKIU-BORGES, E. R. MORAES, and R. DE C. SANTOS. 2016.
444 Riqueza e aspectos ecológicos das comunidades de briófitas (Bryophyta e
445 Marchantiophyta) de um fragmento de Floresta de Terra Firme no Parque Ecológico de
446 Gunma, Pará, Brasil. *Iheringia Sér. Botânica* 71: 72–84.
- 447 FERREIRA, L. V., R. DE P. SALOMÃO, D. C. L. MATOS, and J. L. G. PEREIRA. 2011. Similaridade de espécies
448 arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de
449 Saracá-Taquera, Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Ciênc. Nat.* 6: 295–306.
- 450 FINEGAN, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years
451 of succession. *Trends Ecol. Evol.* 11: 119–124.
- 452 FRAHM, J.-P. 1990. Bryophyte phytomass in tropical ecosystems. *Bot. J. Linn. Soc.* 104: 23–33.
- 453 GARCIA, E. T., A. L. ILKIU-BORGES, and A. C. C. TAVARES-MARTINS. 2014. Brioflora de duas florestas de
454 terra firme na Área de Proteção Ambiental do Lago de Tucuruí, PA, Brasil. *Hoehnea* 41:
455 499–514.
- 456 GARCIA, E. T., A. C. C. TAVARES-MARTINS, and D. N. FAGUNDES. 2014. Diversidade florística de
457 briófitas da reserva ecológica do Bacurizal, Salvaterra, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.
458 *Enciclopédia Biosf.* 10: 2168–2182.
- 459 GLIME, J. 2007. Economic and ethnic uses of bryophytes. *In* R. E. A. Zander (Ed.) *Flora of North*
460 *América*. pp. 14–41, Oxford University Press, New York, USA.
- 461 GLIME, J. M. 2017. Glossary. *In* J. M. Glime (Ed.) *Bryophyte Ecology*. pp. G1–G25, Michigan
462 Technological University and the G-1 International Association of Bryologists,
463 Houghton.
- 464 GOFFINET, B., W. R. BUCK, and A. J. SHAW. 2009. Morphology, anatomy, and classification of the
465 Bryophyta. *In* J. A. Shaw and B. Goffinet (Eds.) *Bryophyte Biology*. pp. 55–138,
466 University Press Cambridge, Cambridge.
- 467 GOTELLI, N. J., and R. K. COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the
468 measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4: 379–391.
- 469 GRADSTEIN, S. R. 1992. The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and
470 lichens. *In* J. W. Bates and A. W. Farmer (Eds.) *Bryophytes and Lichens in a changing*
471 *environment*. pp. 234–258, Clarendon Press, Oxford.
- 472 GRADSTEIN, S. R. 1994. Lejeuneaceae: Ptychantheae, Brachiolejeuneae. *The New York Botanical*
473 *Garden Press*, New York.
- 474 GRADSTEIN, S. R., S. P. CHURCHILL, and N. S. ALLEN. 2001. *Guide to the Bryophytes of tropical*
475 *America*. New York Botanical Garden Press, Bronx, N.Y.

- 476 GRADSTEIN, S. R., and D. P. COSTA. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. Mem. N. Y.
477 Bot. Gard. 87: 1–196.
- 478 GRADSTEIN, S. R., and A. L. ILKIU-BORGES. 2009. Guide to the plants of Central French Guiana. Part
479 4. Liverworts and Hornworts. Mem. N. Y. Bot. Gard. 76: 1–140.
- 480 GUARIGUATA, M. R., and R. OSTERTAG. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in
481 structural and functional characteristics. For. Ecol. Manag. 148: 185–206.
- 482 HAMMER, O., D. A. T. HARPER, and P. D. RYAN. 2013. Paleontological Statistic software package for
483 education and data analysis. Paleontol. Electronica 4: 1–9.
- 484 HAUGHIAN, S. R., and K. A. FREGO. 2015. Synthetic logs for controlled culture of epixylic
485 bryophytes: Log physical properties, surface moisture, and Dicranum flagellare Growth.
486 Evansia 32: 158–170.
- 487 HE, X., Y. SUN, and R.-L. ZHU. 2013. The oil bodies of liverworts: unique and important organelles
488 in land plants. Crit. Rev. Plant Sci. 32: 293–302.
- 489 ILKIU-BORGES, A. L., and R. C. L. LISBOA. 2002. Lejeuneaceae (Hepaticae). In P. L. B. Lisboa (Ed.)
490 Caxiuanã: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. pp. 399–420,
491 Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- 492 LEGENDRE, P., and L. F. J. LEGENDRE. 2012. Numerical Ecology 3rd ed. Elsevier, Amsterdam.
- 493 LESICA, P., B. MCCUNE, S. V. COOPER, and W. S. HONG. 1991. Differences in lichen and bryophyte
494 communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan
495 Valley, Montana. Can. J. Bot. 69: 1745–1755.
- 496 LISBOA, P. L. B., M. G. F. BEZERRA, and A. L. R. CARDOSO. 2013. Caxiuanã: conservação, riscos e
497 possibilidades. In P. L. B. Lisboa (Ed.) Caxiuanã: paraíso ainda preservado. pp. 29–42,
498 Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- 499 MACHADO, S., V. CYSNEIROS, R. G. NASCIMENTO, A. MARTINS, and L. SCHMIDT. 2017. Projeção da
500 Estrutura Diamétrica de Grupos Ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. Floresta E
501 Ambiente 24: 1–10.
- 502 MASSOCA, P. E. DOS S., A. C. C. JAKOVACI, T. V. BENTOS, G. B. WILLIAMSON, and R. DE C. G. MESQUITA.
503 2012. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. Bol. Mus.
504 Para. Emílio Goeldi Ciênc. Nat. 7: 235–250.
- 505 MEDEIROS, P. S. D. 2016. Indicadores ambientais para funcionalidade ecológica em florestas
506 secundárias de diferentes idades na Amazônia oriental. Universidade Federal do Pará,
507 Belém, PA.
- 508 MIRANDA, L. V., E. MILAN, D. A. ANTUNES, and R. S. MORO. 2015. Plano De Manejo Da Floresta
509 Nacional De Caxiuanã (Pa): Conflitos Entre Interesses De Populações Tradicionais E
510 Unidades De Conservação. Terra Plur. 8: 355–369.

- 511 NEWMASTER, S. G., R. J. BELLAND, A. ARSENAULT, and D. H. VITT. 2003. Patterns of bryophyte
512 diversity in humid coastal and inland cedar hemlock forests of British Columbia.
513 *Environ. Rev.* 11: S159–S185.
- 514 NÖSKE, N. M., N. HILT, F. A. WERNER, G. BREHM, K. FIEDLER, H. J. M. SIPMAN, and S. R. GRADSTEIN. 2008.
515 Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador.
516 *Basic Appl. Ecol.* 9: 4–12.
- 517 OLIVEIRA, S. M. DE, and H. TER STEEGE. 2013. Floristic overview of the epiphytic bryophytes of Terra
518 Firme forests across the Amazon basin. *Acta Bot. Bras.* 27: 347–363.
- 519 PANTOJA, A. C. C., A. L. ILKIU-BORGES, and A. C. C. TAVARES-MARTINS. 2015. Bryophytes in fragments
520 of Terra Firme forest on the great curve of the Xingu River, Pará state, Brazil. *Braz. J.*
521 *Biol.* 75: 238–249.
- 522 PEET, R. K. 1995. Community structure and ecosystem function. *In* D. C. Glein-Lewin, R. K. Peet,
523 and T. T. Veblen (Eds.) *Plant Succession: theory and prediction*. pp. 103–151, Chapman
524 & Hall, London.
- 525 PROCTOR, M. C. F., M. J. OLIVER, A. J. WOOD, P. ALPERT, L. R. STARK, N. L. CLEAVITT, and B. D. MISHLER.
526 2007. Desiccation-tolerance in bryophytes: a review. *The Bryologist* 110: 595–621.
- 527 REINER-DREHWALD, M. E. 2000. Las Lejeuneaceae (Hepaticae) de Misiones, Argentina VI. *Lejeunea*
528 *y Taxilejeunea*. *Bryophyte Divers. Evol.* 19: 81.
- 529 RICHARDS, P. W. 1984. The Ecology of tropical forest bryophytes. *In* R. M. Schuster (Ed.) *New*
530 *manual of bryology*. pp. 1233–1270, Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- 531 ROBBINS, R. G. 1952. Bryophyte ecology of a dune area in New Zealand. *Vegetatio* 4: 1–31.
- 532 SALOMÃO, R. DE P., I. C. G. VIEIRA, S. BRIENZA JUNIOR, D. D. AMARAL, and A. C. SANTANA. 2012. Sistema
533 capoeira classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de
534 florestas secundárias para o estado do Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Ciênc. Nat.* 7:
535 297–317.
- 536 SANTOS, N. D. DOS, D. P. DA COSTA, L. S. KINOSHITA, and G. J. SHEPHERD. 2011. Aspectos brioflorísticos
537 e fitogeográficos de duas formações costeiras de Floresta Atlântica da Serra do Mar,
538 Ubatuba/SP, Brasil. *Biota Neotropica* 11: 425–438.
- 539 SCHILLING, A. C., and J. L. F. BATISTA. 2008. Curva de acumulação de espécies e suficiência
540 amostral em florestas tropicais. *Rev. Bras. Botânica* 31: 179–187.
- 541 SILLETT, S. C., S. R. GRADSTEIN, and D. GRIFFIN. 1995. Bryophyte diversity of ficus tree crowns from
542 cloud forest and pasture in Costa Rica. *The Bryologist* 98: 251.
- 543 SILVA, C. V. DE J., J. R. DOS SANTOS, L. S. GALVÃO, R. D. DA SILVA, and Y. M. MOURA. 2016. Floristic and
544 structure of an Amazonian primary forest and a chronosequence of secondary
545 succession. *Acta Amaz.* 46: 133–150.

- 546 TAVARES, A. C. C. 2009. Florística e Ecologia das Comunidades de Briófitas em Florestas de Terra
547 Firme no Estado do Pará, Amazônia. Doutorado em Botânica. Instituto de Pesquisas
548 Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro.
- 549 TAVARES-MARTINS, A. C. C., R. C. L. LISBOA, and D. P. DA COSTA. 2014. Bryophyte flora in upland
550 forests at different successional stages and in the various strata of host trees in
551 northeastern Pará, Brazil. *Acta Bot. Bras.* 28: 46–58.
- 552 VALENTE, E. DE B., K. C. PÔRTO, S. B. VILAS BÔAS, and C. J. P. BASTOS. 2009. Musgos (Bryophyta) de
553 um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, município de Santa Terezinha, BA,
554 Brasil.
- 555 VIEIRA, I. C. G., and T. A. GARDNER. 2012. Florestas secundárias tropicais: ecologia e importância
556 em paisagens antrópicas. 7: 191–194.
- 557 VIEIRA, I., T. GARDNER, J. FERREIRA, A. LEES, and J. BARLOW. 2014. Challenges of Governing Second-
558 Growth Forests: A Case Study from the Brazilian Amazonian State of Para. *Forests* 5:
559 1737–1752.
- 560 YANO, O. 1984. Briófitas. *In* Fidalgo, O and Bononi, V L R (Eds.) Técnicas de coleta, preservação e
561 herborização de material botânico. pp. 27–30, Instituto de Botânica, São Paulo.
- 562 ZAR, J. H. 2009. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.
- 563 ZARTMAN, C. E. 2003. Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in
564 central Amazonia. *Ecology* 84: 948–954.
- 565 ZARTMAN, C. E., and A. L. ILKIU-BORGES. 2007. Guide to the Epiphyllous Bryophytes of Central
566 Amazonia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- 567

Tabela S1. Caracterização das parcelas de coleta e distribuição do número de amostras por etapa de sucessão ecológica, conforme a idade de regeneração na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil.

Etapa	Fase	Caracterização	Parcelas (Unidade amostral)	Idade de regeneração
I	Iniciação (0 – 10 anos)	Germinação de sementes, mortalidade de espécies herbáceas e colonização de espécies pioneiras	CPI-1	2
			CPI-2	3
			CPI-3	4
			CPI-4	6
			CPI-5	8
II	Exclusão de caules (10 — 25 anos)	Adensamento do dossel e formação de estratos, bem como alta mortalidade de lianas e arbustos	CPII-1	12
			CPII-2	14
			CPII-3	16
			CPII-4	20
			CPII-5	25
III	Ressurgimento do sub-bosque (> 25 anos)	Distribuição heterogênea de luminosidade no sub-bosque, mortalidade de espécies pioneiras, predomínio de táxons de longa vida e maturidade reprodutiva de espécies tolerantes à sombra	CPIII-1	30
			CPIII-2	30
			CPIII-3	40
			CPIII-4	40
			CPIII-5	40
IV	Florestas primárias	Floresta madura sem histórico de perturbação antrópica.	FP-1	-
			FP-2	-
			FP-3	-
			FP-4	-
			FP-5	-

Tabela S2. Lista de briófitas em uma cronosequência na FLONA de Caxiuanã. Onde Oc. é o número de ocorrência; Etapa I – fase de iniciação, Etapa II – fase de exclusão de caules para plantas vasculares, Etapa III – fase de ressurgimento do sub-bosque e Etapa IV – florestas primárias; Gen – espécies generalistas, Som - especialista de sombra e Sol – Especialista de sol; Ca – carvão; Co – corticícola; Cu – cupinzeiro; Ep – epifila; Ex – epíxila e Te – terrícola.

FAMÍLIA/Espécie	Oc.	Etapa				Guilda	Substrato						Voucher
		I	II	III	IV		Ca	Co	Cu	Ep	Ex	Te	
BRYOPHYTA													
CALYMPERACEAE													
<i>Calymperes erosum</i> Müll.Hal.	28		8	14	6	Gen		21			7		MFS007684
<i>Calymperes nicaraguense</i> Renauld & Cardot	2	1	1			Gen		1				1	MFS007715
<i>Calymperes rubiginosum</i> (Mitt.) Reese	1			1		Som		1					MFS007708
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	20	2	8	7	3	Gen	2	12			6		MFS007719
<i>Octoblepharum costatum</i> H.A.Crum	2		2			Som		2					MFS007759
<i>Octoblepharum cylindricum</i> Mont.	18	2	9	3	4	Sol		14			4		MFS007705
<i>Octoblepharum pulvinatum</i> (Dozy & Molk.) Mitt.	9	1	1	2	5	Gen	1	7				1	MFS007729
<i>Syrrhopodon cymbifolius</i> Müll.Hal.	5			3	2	-		4			1		MFS007697
<i>Syrrhopodon elatus</i> Mont.	3		1		2	-		3					MFS007702
<i>Syrrhopodon incompletus</i> Schwägr.	12		2	4	6	Som		11			1		MFS007701
<i>Syrrhopodon ligulatus</i> Mont.	14	1	3	5	5	Som		12			2		MFS007699
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (Sw. ex Brid.) Besch.	1			1		Sol		1					MFS007765
<i>Syrrhopodon prolifer</i> Schwägr	5	2		1	2	Gen		3			2		MFS007766
<i>Syrrhopodon rigidus</i> Hook. & Grev.	2		1		1	Som	1				1		MFS007720
<i>Syrrhopodon simmondsii</i> Steere	1				1	Gen					1		MFS007680
FISSIDENTACEAE													
<i>Fissidens elegans</i> Brid.	1			1		Gen		1					MFS007728
<i>Fissidens guianensis</i> Mont.	2				2	Som		2					MFS007760
<i>Fissidens ornatus</i> Herzog	4		1	1	2	Som		2	1			1	MFS007695
<i>Fissidens pellucidus</i> Hornsch.	2	1	1			Som			2				MFS007741
<i>Fissidens prionodes</i> Mont.	7			4	3	Som		2	3		1	1	MFS007687
HYPNACEAE													
<i>Rhacopilopsis trinitensis</i> (Müll.Hal.) E.Britton & Dixon	1		1			Gen		1					MFS007715
LEUCOBRYACEAE													
<i>Leucobryum crispum</i> Müll.Hal.	2				2	Gen					2		MFS007706
LEUCOMIACEAE													
<i>Leucomium strumosum</i> (Hornsch.) Mitt.	5		2		3	Som		3			2		MFS007717
PILOTHICHACEAE													
<i>Callicostella pallida</i> (Hornsch.) Ångstr.	1				1	Som					1		MFS007761
SEMATOPHYLLACEAE													
<i>Donnellia commutata</i> (Müll.Hal.) W.R.Buck	1			1		Gen		1			1	1	MFS007694
<i>Isopterygium subbrevisetum</i> (Hampe) Broth.	5	2	2		1	Sol		3			1		MFS007712
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	3		2		1	Gen		2			1		MFS007700

FAMÍLIA/Espécie	Oc.	Etapa				Guilda	Substrato					Voucher	
		I	II	III	IV		Ca	Co	Cu	Ep	Ex		Te
<i>Microcalpe subsimplex</i> (Hedw.) W.R.Buck	70	4	28	21	17	Gen	5	41	2		1	MFS007762	
<i>Pterogonidium pulchellum</i> (Hook.) Müll.Hal.	3			1	2	Gen		2			3	MFS007681	
<i>Taxithelium concavum</i> (Hook.) Spruce	3		1		2	-		2			2	MFS007764	
<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	10	3	2	1	4	Gen		7				MFS007725	
<i>Taxithelium pluripunctatum</i> (Renauld & Cardot) Broth.	2			2		Som					22	MFS007718	
<i>Trichosteleum papillosum</i> (Hornsch.) A. Jaeger	15	4	5	3	3	Gen		9			5	1	MFS007738
<i>Trichosteleum subdemissum</i> (Besch.) A.Jaeger	12	4	3	3	2	Som	2	5			3	2	MFS007753
<i>Trichosteleum bolivarense</i> H. Rob.	2		1		1	-		1			1		MFS007763
STEREOPHYLLACEAE													
<i>Pilosium chlorophyllum</i> (Hornsch.) Müll.Hal.	7			4	3	Gen		5			2		MFS007723
THUIDIACEAE													
<i>Pelekium involvens</i> (Hedw.) A. Touw	3		1	2		Som		3					MFS007728
<i>Pelekium scabrosulum</i> (Mitt.) A.Touw	2		2			Sol		1			1		MFS007736
MARCHANTIOPHYTA													
FRULLANIACEAE													
<i>Frullania apiculata</i> (Reinw. et al.) Nees	4		2	1	1	Sol		2			2		MFS007722
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	2	2				Sol		2					MFS007755
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	1		1			Sol		1					MFS007714
<i>Frullania serrata</i> Gottsche	1	1				Sol		1					MFS007730
LEJEUNEACEAE													
<i>Acrolejeunea emergens</i> (Mitt.) Steph.	3	3				Sol		3					MFS007732
<i>Acrolejeunea torulosa</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	20	18	1		1	Sol		17			3		MFS007754
<i>Archilejeunea auberiana</i> (Mont.) A.Evans	4	4				Sol		4					MFS007739
<i>Archilejeunea badia</i> (Spruce) Steph.	1			1		Sol		1					MFS007769
<i>Archilejeunea fuscescens</i> (Hampe ex Lehm.) Fulford	38	4	8	17	9	Gen		31			7		MFS007683
<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn.	5			3	2	Gen		3			2		MFS007752
<i>Caudalejeunea lehmanniana</i> (Gottsche) A.Evans	12	9	3			Sol		10			2		MFS007734
<i>Ceratolejeunea coarina</i> (Gottsche) Steph.	24	1	10	9	4	Gen	1	17		3	3		MFS007745
<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M.Schust.	9		5	1	3	Gen		9					MFS007684
<i>Ceratolejeunea desciscens</i> (Sande-Lac.) Schiffn.	1			1		Gen					1		MFS007745
<i>Ceratolejeunea guianensis</i> (Nees & Mont.) Steph.	12		3	6	3	Gen		10			2		MFS007697
<i>Ceratolejeunea minuta</i> Dauphin	26		7	7	12	Gen		24			2		MFS007748
<i>Ceratolejeunea rubiginosa</i> Gottsche ex Steph.	25	1	12	8	4	Gen		22			3		MFS007737
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	55	11	18	13	13	Gen	1	44		4	6		MFS007716
<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.	26	2	9	11	4	Gen		20		3	3		MFS007711
<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M.Schust.	32		7	20	5	Gen		27			5		MFS007743
<i>Cheilolejeunea adnata</i> (Kunze) Grolle	17		2	11	4	Gen		13		1	3		MFS007724
<i>Cheilolejeunea aneogyna</i> (Spruce) A.Evans	39	10	11	12	6	Gen		36			3		MFS007737
<i>Cheilolejeunea clausa</i> (Nees & Mont.) R.M.Schust.	2		1	1		Gen		1			1		MFS007752
<i>Cheilolejeunea comans</i> (Spruce) R.M.Schust.	8	1		6	1	Gen		5			3		MFS007739

FAMÍLIA/Espécie	Oc.	Etapa				Guilda	Substrato					Voucher
		I	II	III	IV		Ca	Co	Cu	Ep	Ex	
<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm. & Lindenb.) Kachr. & R.M.Schust.	12		3	8	1	Gen	12					MFS007682
<i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R.-L.Zhu	2	1		1		Gen	1			1		MFS007731
<i>Cheilolejeunea neblinensis</i> Ilk.-Borg. & Gradst.	1				1	Sol	1					MFS007698
<i>Cheilolejeunea oncophylla</i> (Ångstr.) Grolle & E.Reiner	49	8	15	16	10	Gen	1	40			8	MFS007757
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R.M.Schust.	40	8	10	22		Gen	36		2	2		MFS007733
<i>Cheilolejeunea sp.1</i>	1		1			-	1					MFS007775
<i>Cheilolejeunea urubuensis</i> (Zartman & I.L.Ackerman) R.L.Zhu & Y.M.Wei	4	3	1			Sol	3			1		MFS007734
<i>Cheilolejeunea insecta</i> Grolle & Gradst.	1		1			Sol	1					MFS007773
<i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A.Evans	19	11	2	2	4	Gen	8		10	1		MFS007740
<i>Cololejeunea clavatopapillata</i> Steph.	1				1	Som	1					MFS007767
<i>Cololejeunea diaphana</i> A.Evans	21	3	10	6	2	Gen	1	8		8	4	MFS007691
<i>Cololejeunea elegans</i> Steph.	1		1			-				1		MFS007772
<i>Cololejeunea gracilis</i> (Jovet-Ast) Pócs	6		5	1		Gen				2	4	MFS007772
<i>Cololejeunea microscopica</i> var. <i>exigua</i> (A.Evans) Pócs	1			1		Som	1					MFS007725
<i>Cololejeunea obliqua</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	2	2				Gen	1			1		MFS007743
<i>Cololejeunea sicifolia</i> (Gottsche ex Steph.) Pócs et Bernecker	2			2		Som					2	MFS007771
<i>Cololejeunea sp.1</i>	1	1				-					1	MFS007777
<i>Cololejeunea sp.2</i>	2		1		1	-				1	1	MFS007772
<i>Cololejeunea subcardiocarpa</i> Tixier	11	1	7	2	1	Sol				11		MFS007709
<i>Cololejeunea surinamensis</i> Tixier	43	10	8	5	20	Som	1			42		MFS007710
<i>Cololejeunea papillosa</i> Bernecker & Pócs	1		1			-				1		MFS007776
<i>Colura greig-smithii</i> Jovet-Ast	4	4				Gen	1			3		MFS007758
<i>Cyclolejeunea convexistipa</i> (Lehm. & Lindenb.) A.Evans	1				1	Som				1		MFS007713
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Steph.	11	2	2		7	Sol	1			10		MFS007685
<i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph.) A.Evans	1			1		Gen	1					MFS007682
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	10	6	3		1	Gen	8				2	MFS007721
<i>Drepanolejeunea orthophylla</i> (Nees & Mont.) Bischl.	1	1				Gen				1		MFS007770
<i>Haplolejeunea cucullata</i> (Steph.) Grolle	7		1		6	Som	5			1	1	MFS007723
<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph.	2	1		1		Gen	2					MFS007739
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	3		1	1	1	Gen	2				1	MFS007721
<i>Harpalejeunea tridens</i> (Besch. & Spruce) Steph.	1				1	Som					1	MFS007680
<i>Lejeunea adpressa</i> Nees	12	8	3	1		Gen	12					MFS007742
<i>Lejeunea boryana</i> Mont.	5			2	3	Gen	5					MFS007726
<i>Lejeunea caulicalyx</i> (Steph.) E.Reiner & Goda	8	5	2	1		Gen	4	1			3	MFS007757
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	1			1		Gen					1	MFS007764
<i>Lejeunea immersa</i> Spruce	7		5	1	1	Gen	3				3	MFS007738
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	33	6	10	14	3	Gen	30	1	1	1		MFS007690
<i>Lejeunea oligoclada</i> Spruce	1		1			Gen	1					MFS007692
<i>Lejeunea sp.1</i>	1	1				-	1					MFS007778

FAMÍLIA/Espécie	Oc.	Etapa				Guilda	Substrato						Voucher
		I	II	III	IV		Ca	Co	Cu	Ep	Ex	Te	
<i>Lejeunea tapajosensis</i> Spruce	1			1		Sol		1					MFS007746
<i>Leptolejeunea elliptica</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	24	15	3		6	Gen		10		14			MFS007749
<i>Leptolejeunea moniliata</i> Steph.	10	9	1			Gen		3		7			MFS007756
<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	9		3	4	2	Sol		5			4		MFS007693
<i>Mastigolejeunea auriculata</i> (Wilson) Schiffn.	5	1	1	3		Sol		4			1		MFS007750
<i>Microlejeunea acutifolia</i> Steph.	14	4	1	5	4	Gen		14					MFS007739
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	35	20	12	2	1	Gen		29		3	3		MFS007756
<i>Microlejeunea capillaris</i> (Gottsche) Stephani	1	1				-		1					MFS007733
<i>Otigonolejeunea huctumalcensis</i> (Lindenb. & Gottsche) Y.M.Weï, R.L.Zhu & Gradst.	38	3	12	8	15	Som	1	30		4	3		MFS007744
<i>Pictolejeunea picta</i> (Gottsche ex Steph.) Grolle	4				4	Som		4					MFS007681
<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A.Evans	1				1	Som		1					MFS007768
<i>Prionolejeunea denticulata</i> (Weber) Schiffn.	9				9	Som		6			3		MFS007695
<i>Prionolejeunea muricatoserrulata</i> (Spruce) Steph.	3				3	Som		3					MFS007747
<i>Pycnolejeunea contigua</i> (Nees) Grolle	8	5	1	1	1	Sol		5			3		MFS007735
<i>Pycnolejeunea macroloba</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	2	2				Sol		2					MFS007733
<i>Pycnolejeunea papillosa</i> X.-L.He	11	4	2	1	4	Sol		10			1		MFS007698
<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph.) A.Evans	18	5	3	5	5	Gen		13		4	1		MFS007721
<i>Rectolejeunea emarginuliflora</i> (Gottsche ex Schiffn.) A.Evans	2	2				Gen		2					MFS007740
<i>Rectolejeunea flagelliformis</i> A.Evans	22	11	5	4	2	Gen		20		1	1		MFS007758
<i>Rectolejeunea queenslandica</i> (B.M.Thiers) X.-L.He	1		1			-		1					MFS007774
<i>Rectolejeunea</i> sp.	10	4	1	5		-		8		1	1		MFS007742
<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A.Evans	1	1				Gen		1					MFS007731
<i>Symbiezidium transversale</i> (Sw.) Trevis.	8		3	2	3	Sol		8					MFS007727
<i>Thysananthus amazonicus</i> (Spruce) Steph.	2		1	1		-		2					MFS007769
<i>Verdoornianthus griffinii</i> Gradst.	2	2				Sol		2					MFS007733
<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.-L.He & Grolle	43	1	15	16	11	Som	4	19	3		17		MFS007696
LEPIDOZIACEAE													
<i>Monodactylopsis monodactyla</i> (Spruce) R.M.Schust	7		3	2	2	Som		3	1		3		MFS007688
<i>Zoopsisidella integrifolia</i> (Spruce) R.M.Schust.	1				1	Gen					1		MFS007707
PLAGIOCHILACEAE													
<i>Plagiochila aerea</i> Taylor	2				2	Som		2					MFS007760
<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	2		1	1		Som		2					MFS007686
<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	1		1			Som		1					MFS007691
<i>Plagiochila raddiana</i> Lindenb.	1			1		Som					1		MFS007764
<i>Plagiochila subplana</i> Lindenb.	1				1	Som		1					MFS007704
RADULACEAE													
<i>Radula flaccida</i> Lindenb. & Gottsche	5				5	Gen		3		2			MFS007689
<i>Radula javanica</i> Gottsche	4			1	3	Sol		4					MFS007703

ANEXO

Biotropica Manuscript Template

General Instructions on using this template: Using this template and following the guidelines below will help you in assembling your manuscript to meet *Biotropica's* format and will help us in processing your paper.

When you are ready to submit, please delete the text on this introductory page.

Submit the entire manuscript, including figures and tables, as a single Microsoft Word document (*.doc or *.docx), or equivalent for Linux. **Do NOT submit papers as pdf files.**

You can submit your paper via: <http://mc.manuscriptcentral.com/bit>. Contact the *Biotropica* Office at office@biotropica.org if you have any questions or need assistance.

MANUSCRIPT FORMAT

1. Use 8.5" x 11" page size (letter size) with a 1" margin on all sides. Align left and do not justify the right margin. Number all pages starting with the title page and include continuous line numbers.
2. Double space throughout the manuscript, including tables, figures and title legends, abstract, and literature cited
3. Use Times New Roman 12-point font throughout except in figures, for which Arial is preferred.
4. Use the abbreviations provided in Section D (below) throughout the text.
5. Assemble manuscripts in this order:
 - a. **Title page**
 - b. **Abstract (s)**
 - c. **Key words**
 - d. **Text**
 - e. **Acknowledgments**
 - f. **Data availability statement**
 - g. **Literature cited**
 - h. **Tables**
 - i. **Figure legends**
 - j. **Figures**
 - k. **Supplementary Information**

A. TITLE PAGE

Running Heads: Include two Running Heads two lines below the top of the page. The left running head (LRH) lists the authors and the right running head (RRH) provides a short, descriptive title. The format is as follows:

LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh

(may not exceed 50 characters, three or more authors use *Yaz et al.*)

RRH: Seed Dispersal by Primates

(use capitals; may not exceed 50 characters or six words)

Title: No more than 12 words (usually), flush left, near the middle of the page. Use Bold Type.

Where species names are given in the title, it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name:

‘Invasion of African savanna woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, **OR**
 ‘Invasion of African savanna woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’

Titles that include a **geographic locality** should make sure that this is clear to the general reader:

‘Effect of habitat fragmentation on pollination networks on Flores, Indonesia’, **NOT**

‘Effect of habitat fragmentation and pollination networks on Flores’.

Authors: Below title, include the author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. Although geographical place names should use the English spelling in the text (e.g., Zurich, Florence, Brazil), authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (e.g., Zürich, Firenze, Brasil).

Submission and Acceptance Dates: At the bottom of the title page every article must include:

Received____; revision accepted____. (*Biotropica* will fill in the dates.)

ABSTRACT PAGE (Page 1)

Abstracts: Abstracts have maximum of 250 words for papers and reviews and 50 words for Insights. There is no abstract for Commentary papers.

The Abstract should include brief statements about the intent or purpose, materials and methods, results, and significance of findings. Do not use abbreviations in the abstract.

Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted. The second abstract will be published in the online versions of the article. This second abstract should follow the first abstract.

KEY WORDS

Key words: Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be in English (with the exception of taxonomic information) and listed alphabetically.

Include the location of the study as a key word if it is not already mentioned in the title (see example below). Key words should *not* repeat words used in the title. Avoid words that are too broad or too specific. (e.g., *Key words:* Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest).

TEXT

Headings:

There is no subject heading for the Introduction. Instead, the first line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.

Main headings are METHODS, RESULTS, and DISCUSSION in bold and capital letters and flush left.

Indent all but the first paragraph of each section.

- b. Leave one blank line between main heading and text
 - c. Second level headings should be in SMALL CAPS and flush left. The sentence following the second-level heading should begin with an em-dash and the first word should be capitalized. (e.g., INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
 - d. Use no more than second level headings.
 - e. Insights submissions do not use any subject headings.
6. When using previously published data in analyses please cite both the data archive(s) and the original manuscript(s) for which they were collected in the text: “We used previously archived data (Bruna et al 2011a,b) in our simulations.”, where a is the data

archive and b is the publication. Be sure both citations are included in the literature cited (see below for an example):

7. Do not use footnotes in the main text.
8. Refer to figures as 'Fig. 1', and tables as 'Table 1'. Reference to online Supporting Information is referred to as 'Fig. S1' or 'Table S1'.

Units, Abbreviations, and style

1. Abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m^2
2. For units avoid the use of negative numbers as superscripts, e.g., use $/\text{m}^2$ rather than m^{-2} .
3. Write out other abbreviations the first time they are used in the text and abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."
4. Numbers: Write out one to ten unless a measurement or in combination with other numbers: four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10×5 m, 7 m, \pm SE, 5 bees and 12 wasps).
5. Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits: 1000 vs. 10,000
6. Decimals: 0.13 (leading zero and points, never commas)
7. Temperature: 21°C (no space after the degree symbol)
8. Use dashes to indicate a set location of a given size (e.g., 1-ha plot).
9. Spell out 'percent' except when used in parentheses and for confidence intervals (e.g., "there was a 5 percent increase...", "plants were grown at high light levels (20%)...", 95% CI.)
10. Statistical abbreviations:
 - a. Use italics for P , N , t , F , R^2 , r , G , U , N , χ^2 (italics, superscripts non-italics)
 - b. Use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns
11. Dates: 10 December 1997
12. Times: 0930 h, 2130 h
13. Latitude and Longitude: 10°34'21" N, 14°26'12" W
14. Above sea level: asl
15. Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
16. Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
17. Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)...: "The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set."

ACKNOWLEDGMENTS

DATA AVAILABILITY STATEMENT

9. A Data Availability Statement follows the Acknowledgements and must have the following format.

Data Availability: The data used in this study are archived at the Dryad Digital Repository (<http://dx.doi.org/10.5061/dryad.h6t7g>) and Genbank (accession numbers FJ644654.1- FJ644660.1).

Authors waiting for article acceptance to archive data can insert the DOI or Accession Numbers when submitting the final accepted version. However, the article will not be sent to press for publication until the data availability statement is complete.

LITERATURE CITED (continue page numbering)

1. We strongly recommend using reference management software such as Zotero or Endnote to simplify building the literature cited and to minimize mistakes.
2. No citation of manuscripts as ‘in prep.’ or ‘submitted’ are acceptable – only cite articles published, ‘in press’, or that have been deposited in pre-print archives (include DOI). Articles or book chapters cited as ‘In press’ must be accepted for publication; please include the journal or publisher.
3. Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
4. Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
5. List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
6. Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
7. Authors Names should be in SMALL CAPS and every reference should spell out author names.
8. Use journal name abbreviations, which can be looked up here: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>. If in doubt use the full journal name.
9. Double-space all citations with a hanging indent of 0.5 inch.
10. Leave a space between the volume number and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
11. Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Springer Verlag, New York, New York.
12. For theses and dissertations use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.
13. When using data archives in the paper, cite both the data archive and the original manuscript using the following format:
BRUNA E. M., IZZO T. J., INOUE B. D., URIARTE M., VASCONCELOS H. L. 2011a. Data from: Asymmetric dispersal and colonization success of Amazonian plant-ants queens. Dryad Digital Repository. <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.h6t7g>
BRUNA E. M., IZZO T. J., INOUE B. D., URIARTE M., VASCONCELOS H. L. 2011b. Asymmetric dispersal and colonization success of Amazonian plant-ants queens. *PLoS ONE* 6: e22937.

B. TABLES (Continue page numbering)

1. Each table must start on a separate page
2. Number tables with Arabic numerals followed by a period. Capitalize ‘TABLE’ (e.g., TABLE 1, TABLE 2, etc.).
3. Indicate footnotes by lowercase superscript letters
4. Do not use vertical lines in tables.

C. FIGURE LEGENDS (Continue page numbering)

1. Type figure legends in paragraph form, starting with ‘FIGURE’ (uppercase) and number.
2. Do not include symbols (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
3. Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc., and please ensure the panels of each plot include these labels and are referred to in the legend (e.g., FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability’, making sure to include the labels in the relevant plot.)

FIGURES

1. Please consult <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp> for detailed information on submitting electronic artwork. We urge authors to make use of online Supporting Information, particularly for tables and figures that do not have central importance to the manuscript. If the editorial office decides to move tables or figures to SI, a delay in publication of the paper will necessarily result. **We therefore advise authors to identify material for SI on submission of the manuscript.**
2. Maps of field sites are generally included in the Supplementary Information unless they also present the results of analyses.
3. ATBC members can publish graphs and other figures of results in color at no additional charge. Please make sure these figures are accessible using the suggestions at: <http://biotropica.org/make-figures-better/>
4. All figures and photographs are referred to as 'Figures' in the text.
5. If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.
6. Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production. When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:
 - a. Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of > 300 dpi at final print size
 - b. Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of >300 dpi at final size
7. Final figures will be reduced. To ensure all text will be legible when reduced to the appropriate size use large legends and font sizes. We recommend using Arial for labels within figures without bolding text.
8. Do not use negative exponents in figures, including axis labels.
9. Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.

D. SUPPORTING INFORMATION

1. SI accompanies the online version of a manuscript and will be fully accessible to everyone with electronic access to *Biotropica*.
2. We ask authors to place maps of field sites and figures and tables that do not have central relevance to the manuscript as online Supporting Information (SI). The SI can also be used for species lists, detailed technical methods, photographs, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). All such material must be cited in the text of the printed manuscript.
3. The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to SI from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case. If authors disagree with the Editor's decision, they could ask for such tables and figures to be included in the printed article on the condition that the authors cover the article processing charges resulting from the added length (currently \$100 per article).



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100
www.uepa.br/paginas/pcambientais

