

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**A DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS RESPONDE AS CONDIÇÕES
EDÁFICAS EM PROFUNDIDADES ESPECÍFICAS**

LUCIANE FERREIRA BARBOSA

SINOP, MATO GROSSO
FEVEREIRO, 2016.

LUCIANE FERREIRA BARBOSA

**A DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS RESPONDE AS CONDIÇÕES
EDÁFICAS EM PROFUNDIDADES ESPECÍFICAS**

ORIENTADOR: Dr. Rafael Arruda

COORIENTADOR: Dr. Josué Raizer

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Biodiversidade

SINOP, MATO GROSSO

FEVEREIRO, 2016.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

F383d Ferreira Barbosa, Luciane.
A distribuição de plantas responde as condições edáficas em profundidades específicas / Luciane Ferreira Barbosa. -- 2016 xi, 38 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Rafael Arruda.
Co-orientador: Josué Raizer.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Distribuição espacial. 2. Florestas Tropicais. 3. Composição de espécies. 4. Heterogeneidade de habitat. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
 PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
 Avenida Alexandre Ferronato, nº 1.200 - Setor Industrial - Cep: 78557267 - Sinop/MT
 Tel : 66 3531-1663/r. 206 - Email : ppgcam@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "A distribuição de plantas responde as condições edáficas em profundidades específicas."

AUTOR : Mestranda LUCIANE FERREIRA BARBOSA

Dissertação defendida e APROVADA em 23/02/2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Instituição : UFMT	Doutor(a)	Rafael Soares de Arruda	
Examinador Interno Instituição : UFMT	Doutor(a)	Flávia Rodrigues Barbosa	
Examinador Interno Instituição :	Doutor(a)	Onice Terezinha Dall Oglio	
Examinador Externo Instituição : UFGD	Doutor	Josué Raizer	

SINOP, 23/02/2016.

Sinopse:

Nesta dissertação de mestrado mostramos a resposta das plantas fabáceas e herbáceas na estratificação vertical do solo em três áreas localizadas no Sul da Amazônia, pertencentes ao estado de Mato Grosso. Foram relacionadas variáveis ambientais (componentes químicos e granulométricos do solo) para verificar a resposta a estratificação vertical edáfica na distribuição da comunidade de fabáceas e herbáceas.

Palavras-chave: Distribuição espacial, Composição de espécies, Comunidades e Heterogeneidade de habitat.

Aos meus pais, Orivaldo Aparecido Barbosa e Madalena
Ferreira Barbosa, que não mediram esforços para que eu
pudesse realizar essa etapa da minha vida e
minha avó Raimunda (*in memoriam*)

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, pelos sonhos e me permitir alcançar essa vitória e oportunidades que tem colocado em meu caminho.

Aos meus pais, Orivaldo e Madalena por todo apoio, incentivo, orientação, orações e preocupações durante esse tempo longe de casa, os meus mais sinceros agradecimentos, por maiores que fossem as dificuldades encontradas, por sempre me apoiarem nas minhas decisões e por nunca desistirem de mim e não me deixaram desistir do meu sonho.

À minha avó Raimunda (*in memorian*), vou lembrar sempre das minhas ídas pra casa, onde sempre iria a sua casa e fazia guloseimas pra comer antes que eu pudesse voltar pra Sinop, nunca pensei que a perderia tão rápido, vou TE AMAR pro resto da minha vida e lembrar de todos os momentos bons que passamos juntas.

Ao meu irmão Fabio e À toda minha família pelo apoio e incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da minha bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Sinop, a todos os professores pelos conhecimentos transmitidos, a todos os colegas da turma e ao Coordenador Prof. Marliton pela atenção e apoio quando foi preciso.

Ao meu orientador Prof^o Rafael Arruda, pela oportunidade de realização deste estudo.

Ao meu Co-Orientador Josué Raizer, pela paciência e disponibilizar seu tempo para vir até Sinop ajudar nas análises dos dados deste trabalho.

Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) pela infraestrutura e apoio no desenvolvimento dessa pesquisa, pelas amizades que conquistei durante viagens a campo e principalmente ao Prof^o Domingos pela oportunidade, conhecimentos e confiança prestado durante 3 anos como sua aluna, pelos conselhos e incentivo.

À Márcia e família por me proporcionar oportunidade de crescimento, pela confiança e amizade.

À Prof^a Larissa pela confiança e orientações durante todo período que estive no Herbário CNMT.

À Prof^a Flávia Rodrigues pelas palavras de incentivo e conversas que se prontificou a me ajudar.

À Enildes, Carol e Robson pela eterna amizade conquistada, pelos choros, risadas, conselhos, festas e broncas rrsrs, vou levar essa amizade pelo resto da minha vida. Enildes obrigada por me alojar na sua casa e os almoços na casa da sua mãe.

À Carol pela companhia de dividir apartamento, por estar sempre presente, pelos momentos de alegria e choros que foram muitos, sempre tentando ajudar e fazendo com que tudo fosse resolvido da melhor maneira, pelos momentos em que cada uma queria ficar no seu canto, pelo ombro amigo, pelos conhecimentos e muito obrigada por ter ficado ao meu lado nessa fase final que não foi nada fácil.

À Juuuuuuuuuu pela amizade, pelos vários almoços com sua família, pelos finais de semana no ABAM e com muito café, obrigada por ter ficado ao meu lado nessa fase final e ter cuidado de mim.

À Janinha (xexelenta), você é demais, de um coração enorme, sempre que precisei você estava ali tentando me ajudar de alguma maneira, pelos risos, choros e broncas, por passar horas conversando sobre a vida, por me incentivar a conquistar meus objetivos, pelas idas a campo, por deixar de ver suas coisas e corrigir as minhas, serei eternamente grata.

À Branca, Preta e Alexandre pelo carinho, atenção e os finais de semana alojada na casa de vocês.

À Fran por ter conhecido a pouco tempo, por ter me ajudado a passar por um momento muito difícil que foi a perda da minha avó, que ficou ao meu lado, sempre me lembrarei de você, muito obrigada por tudo e a Pati pela amizade de pouco tempo conquistada, quero levar essa amizade de vocês pelo resto da vida.

À Josiane Godoy pelas palavras de incentivo e força durante o desenvolvimento deste trabalho e principalmente na reta final do mestrado.

À toda família do ABAM/Herbário, pela amizade conquistada, risadas, pelas horas de chatice minha kkkkkk, que foram muitas, pelos mutirões de faxina no Herbário, Marlus e Korpan por me ajudar quando eu pedia socorro, pelos vários cafés tomados no herbário e conversas.

Ao Costa (docinho) por toda ajuda, pelo conhecimento, correções, por passar todos os seus arquivos (livros, aulas, etc.) que sei que tem ciúmes kkkkkk, tenho uma dívida eterna com você.

Ao Milton por toda ajuda prestada, principalmente na estatística e nas correções.

Aos membros da minha banca de qualificação que aceitaram participar, Profa. Onice, Prof. Domingos e meu orientador Prof. Rafael, que contribuíram muito para o enriquecimento do meu trabalho.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho que sempre esteve ao meu lado me apoiando, ajudando e torceram pela minha conquista.

Meu muito obrigada!

RESUMO

Existe uma extensa literatura em relação aos padrões de distribuição de plantas em florestas tropicais enfatizando principalmente a contribuição dos fatores edáficos na determinação da composição e distribuição das espécies. Neste estudo avaliamos a influência da estratificação vertical edáfica na distribuição das espécies de Fabaceae e de herbáceas. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm. As características químicas e granulométricas do solo apresentaram variação entre áreas de amostragem e entre as classes de profundidade. A variação em composição de espécies de fabáceas foi independente da estratificação vertical edáfica, com as espécies mais frequentes ocorrendo ao longo de todo este gradiente. Para herbáceas, a variação em composição de espécies foi significativa em função da granulometria do solo em profundidade intermediária (10 - 20 cm). Estes resultados indicam que não se pode levar em consideração somente um estrato do solo, pois plantas diferentes (em especial quanto ao sistema radicular e porte) respondem a variações em diferentes profundidades. Esperamos um cenário futuro que possibilite uma ampla compreensão da distribuição espacial e da diversidade beta nas comunidades de plantas se houver padronização na coleta de solo de acordo com os grupos de plantas a serem analisados.

Palavra-chaves: Distribuição espacial, Florestas Tropicais; Composição de espécies, Heterogeneidade de habitat

ABSTRACT

There is an extensive literature on the plant distribution patterns in the tropical forests, mainly emphasizing the contribution of soil factors in determining the composition and distribution of species. This study evaluated the soil vertical stratification influence in the species distribution of Fabaceae and herbs. Soil samples were collected at depths of 0 - 10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm. The chemical and textural characteristics of the soil sample showed variation between areas and between the depth of classes. The variation in species composition of Fabaceae was independent of soil vertical stratification, with the most common species found throughout this gradient. For herbs, the variation in species composition was significantly depending on the soil depth in an intermediate particle size (10 - 20 cm). These results indicate that it cannot lead in consideration only an soil layer, because different plants groups respond to variations at different depths (especially how much the root system and size). We expect an future scenario for achieving a broad understanding of spatial distribution and plant communities beta diversity, if there is patterning on soil collection according to the plant group to be analyzed.

Keywords: Distribution spatial, Tropical forests, Species composition, Habitat heterogeneity

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE FIGURAS.....	13
INTRODUÇÃO	16
MÉTODOS	17
Áreas de Estudo	17
Inventário florístico.....	18
Análise de Solo	18
Análise Estatística	19
RESULTADOS	19
DISCUSSÃO	26
CONCLUSÃO	28
AGRADECIMENTOS	28
REFERÊNCIAS	28
APÊNDICES	32
APÊNDICE A	32
APÊNDICE B	32
APÊNDICE C	33
APÊNDICE D	34
APÊNDICE E	35
ANEXO	36
Normas para submissão do trabalho na Revista Plant and Soil (Print).....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Abundância de herbáceas nos três módulos em parcelas permanentes do PPBio, no município de Cláudia, Mato Grosso.	19
Tabela 2. Abundância de Fabaceae nos três módulos em parcelas permanentes do PPBio, município de Cláudia, Mato Grosso.	21
Tabela 3. Contribuição das variáveis químicas e granulométricas do solo para a formação do eixo de ordenação da análise de componentes principais (PCA) representando solo para as áreas amostradas.	22
Tabela 4. Trabalhos desenvolvidos com profundidades específicas utilizando a metodologia RAPELD (Costa & Magnusson 2010).	26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ordenação de amostras pelos três primeiros eixos (variância total explicada = 68 %) de uma análise de componentes principais (PCA) pelas características químicas do solo em três módulos de amostragem (mód I, II e III) e três classes de profundidade (0 – 10, 10 - 20 e 20 - 40 cm). O tamanho do ponto é proporcional a profundidade amostrada. A porcentagem de variância explicada por cada eixo foi respectivamente 39 %, 18 % e 10 %. A posição das variáveis indicadas nos gráficos é relativa a suas correlações com os componentes principais. As variáveis indicadas são: Alumínio (Al), Cálcio (Ca), Capacidade de troca catiônica (CTC), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Matéria orgânica (MO), pH da água (pH_{agua}), Potássio (K), Soma de bases (SB) e Zinco (Zn).....22
- Figura 2.** Ordenação de amostras por análise de componentes principais (PCA) pelas características granulométricas do solo em três módulos de amostragem e três classes de profundidade (0 – 10, 10 - 20 e 20 - 40 cm) no Sul da Amazônia. Cores diferentes representam módulos diferentes.....23
- Figura 3.** Abundância relativa das espécies de herbáceas ao longo do gradiente de composição de espécies definido pelo primeiro eixo de uma análise de coordenadas principais (PCoA). As cores representam as três áreas distintas (módulos de amostragem).....24
- Figura 4.** Distribuição da comunidade de herbáceas ao longo do gradiente granulométrico da profundidade 10- 20 cm, em 32 parcelas permanentes localizadas no município de Cláudia, estado de Mato Grosso.25
- Figura 5.** Abundância relativa das espécies de Fabaceae ao longo do gradiente de composição de espécies definido pelo primeiro eixo de uma análise de coordenadas principais (PCoA). As cores representam as três áreas distintas (módulo de amostragem).26

Manuscrito a ser submetido para Plant and Soil
ISSN: 0032 – 079X

A DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS RESPONDE AS CONDIÇÕES EDÁFICAS EM PROFUNDIDADES ESPECÍFICAS

Luciane Ferreira Barbosa¹; Josué Raizer²; Eliana Paixão³; Ivani Kuntz⁴; Larissa Cavalheiro⁴ e Rafael Arruda⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop, Av. Alexandre Ferronato, 1.200, Setor Industrial, Sinop-MT, CEP 78557-267, Brasil.

² Universidade Federal de Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Rodovia Dourados, Itahum Km 12, Dourados-MS, CEP 79804-970, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica e Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, CEP 78060-900, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Câmpus Universitário de Sinop, Av. Alexandre Ferronato, 1.200, Setor Industrial, Sinop-MT, CEP 78557-267, Brasil. Autor para correspondência: rafael.arruda@pq.cnpq.br.

ABSTRACT

1 *Aims* There is an extensive literature on the plant distribution patterns in the tropical forests, mainly emphasizing
 2 the contribution of soil factors in determining the composition and distribution of species. This study evaluated
 3 the soil vertical stratification influence in the species distribution of Fabaceae and herbs.
 4 *Methods* Soil samples were collected at depths of 0 - 10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm.
 5 *Results* The chemical and textural characteristics of the soil sample showed variation between areas and between
 6 the depth of classes. The variation in species composition of Fabaceae was independent of soil vertical
 7 stratification, with the most common species found throughout this gradient. For herbs, the variation in species
 8 composition was significantly depending on the soil depth in an intermediate particle size (10 - 20 cm).
 9 *Conclusions* These results indicate that it cannot lead in consideration only an soil layer, because different plants
 10 groups respond to variations at different depths(especially how much the root system and size). We expect an
 11 future scenario for achieving a broad understanding of spatial distribution and plant communities beta diversity, if
 12 there is patterning on soil collection according to the plant group to be analyzed.
 13
 14 **Keywords:** Distribution spatial; Tropical forests, Species composition, Habitat heterogeneity

15 INTRODUÇÃO

16 A floresta amazônica é um dos maiores reservatórios naturais da diversidade biológica mundial (Oliveira
17 e Amaral 2004). A distribuição da alta diversidade de espécies é um dos principais problemas para a conservação
18 da Amazônia, muitas vezes exclusivo de determinado ambiente e caracterizadas por um sistema dinâmico com
19 constantes mudanças espaciais e temporais (Ricklefs et al. 2004; Tuomisto et al. 2003; Oliveira e Amaral 2004;
20 Tuomisto et al. 2014). Vários fatores ambientais têm sido relacionado com a distribuição das espécies vegetais,
21 fatores ambientais como o solo, podem ser determinantes para definir padrões de diversidade das vegetais (Duque
22 2001).

23 Os solos amazônicos são arenosos e com alto nível de lixiviação, tornando-se pobres em nutrientes
24 (Falcão e Silva 2004). Desta forma, a capacidade de reaproveitamento de nutrientes para a sustentação da floresta,
25 está ligada à produção e decomposição da serapilheira, tornando a ciclagem de nutrientes essencial para a
26 manutenção da floresta (Luizão 2007; Almeida et al. 2015). As características edáficas ou perfil edáfico, diferem
27 de um tipo de solo para outro, mudando conforme sua localização. Entretanto, representa um fator importante na
28 distribuição de espécies vegetais, sendo o principal meio de obtenção de água e nutrientes (Taiz e Zeiger 2004;
29 Gurevitch et al. 2009).

30 A Amazônia representa um ótimo ambiente para estudar a distribuição de espécies vegetais ao longo dos
31 gradientes ambientais e vários estudos estão procurando entender os processos que podem influenciar tais padrões
32 nas florestas tropicais (Tuomisto et al. 2003; Duque et al. 2005; Kinupp e Magnusson 2005; Costa et al. 2005;
33 Jones et al. 2006; Ruokolainen et al. 2007; Pansonato et al. 2013; Zuquim et al. 2014; Figueiredo et al. 2014). Na
34 atualidade, composição e a distribuição das espécies vegetais, de diferentes locais, e os fatores que afetam as
35 florestas tropicais são pouco compreendidos, porém a composição florística na Amazônia apesar de ser pouco
36 conhecida, principalmente em grandes áreas de florestas de terra firme é constituída por diferentes tipos de
37 vegetação e caracterizada pela alta diversidade de espécies (Tuomisto et al. 2003; Lewis et al. 2004).

38 Existem vários estudos que demonstram as variações na estrutura e composição florística com diferentes
39 grupos vegetais (arbustos, ervas, palmeiras, árvores e lianas) está fortemente associada às condições edáficas,
40 porém a maioria dos estudos (Tuomisto et al. 1995, 2003; Vormisto et al. 2004; Costa et al. 2005; Kinupp e
41 Magnusson 2005; Braga-Neto et al. 2008; Drucker et al. 2008; Schietti et al. 2013; Zuquim et al. 2014) faz
42 correlação direta, entre a composição florística em profundidades específicas de amostras do solo (Jacomine 2000).
43 Na Amazônia Central, a textura do solo foi o principal fator relacionado a composição de espécies de pteridófitas
44 na profundidade de 0 - 5cm (Zuquim et al. 2009). Costa et al. (2009) verificaram que o solo foi o principal preditor
45 de mudanças florísticas da comunidade de palmeiras na profundidade de 0 - 5cm, porém seu efeito difere entre as
46 formas de vida (Palmeiras de dossel e sub-dossel) da comunidade.

47 A composição de pteridófitas, árvores e Melastomataceae possuem semelhanças em suas distribuições em
48 relação a fatores edáficos, especificamente Pteridófitas e Melastomataceae em menor escala podem ser utilizadas
49 em geral como indicadores florísticos em padrões edáficos, pela maior facilidade na amostragem nas florestas
50 tropicais da Amazônia (Ruokolainen et al. 2007). Vários estudos se focaram em plantas de sub-bosque, devido a
51 que poderiam ser utilizadas como substitutas para determinar os padrões de distribuição das espécies. Porém, essa
52 abordagem tem sido criticada, pois diferentes grupos de plantas não respondem a variação ambiental da mesma
53 maneira (Tuomisto et al. 1995, 2003; Ruokolainen et al. 1997, 2007; Duque et al. 2005; Jones et al. 2008).

54 A variação das condições edáficas na Amazônia Central está ligada a topografia, exercendo forte influência
55 sobre a composição, estrutura e nos padrões de diversidade das florestas (Bernardes 2007; Costa et al. 2008; Zuquin
56 2006). A composição de espécies é determinada em função da heterogeneidade ambiental, onde comunidades com
57 condições ambientais semelhantes têm composição similar se comparadas a áreas mais distintas ambientalmente
58 (Jones et al. 2006).

59 Nesse sentido, trabalhos realizados em florestas tropicais utilizam amostra de solo ineficaz para explicar
60 a distribuição em diferentes grupos de plantas, pois as mesmas podem responder de forma diferente as condições
61 ambientais. Além disso, em nenhuma dessas amostras de solo foi levado em consideração as possíveis variações
62 na estratificação vertical do solo as quais geram ruído estatístico na determinação dos padrões de distribuição das
63 espécies.

64 Nós analisamos a distribuição das comunidades de dois grupos de plantas funcionalmente e
65 filogeneticamente distintas – Herbáceas e Fabaceae. As herbáceas em florestas tropicais têm revelado uma alta
66 diversidade e vem sendo muito utilizadas em estudos (Tuomisto et al. 2003; Ruokolainen et al. 2007; Zuquin et
67 al. 2014), com distribuição de espécies vegetais. Por outro lado, as fabáceas que são um grupo que além de ter
68 uma extensa distribuição geográfica, também possui uma ampla diversidade de espécies, o que proporciona maior
69 leque de possibilidades em termos de correlações estatísticas, o que a faz um grupo estratégico do ponto de vista
70 ecológico, econômico e social (Franco et al. 2003).

71 Considerando a importância de análise detalhada da estratificação edáfica em relação a distribuição para
72 os dois grupos de plantas herbáceas e fabáceas, neste estudo foram avaliadas as seguintes questões: 1) Existe
73 diferença na estratificação vertical edáfica para os componentes químicos e granulométricos entre as áreas
74 amostradas? 2) Existe influência da estratificação vertical edáfica na distribuição da comunidade de Fabaceae e
75 herbáceas?

76 **MÉTODOS**

77 **Áreas de Estudo**

78 O estudo foi realizado em três áreas correspondente do sistema RAPELD que permite realizar inventários
79 rápidos (RAP) e de longa duração (PELD), adotado pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio-MCT)
80 do Ministério de Ciência, Tecnologia e inovação do Brasil (Costa e Magnusson 2010). Os módulos estão
81 localizados no sul da Amazônia, no município de Cláudia, Mato Grosso (Ver mapa da área de estudo em Vilela-
82 Santos et al. 2012). Duas áreas estão localizadas na Fazenda Continental (módulo I: 11°34' S; 55°17' W; módulo
83 II: 11°24' S; 55°19' W) com 12 parcelas cada, estão distribuídos sistematicamente sobre um sistema de trilhas de
84 1 x 5 km, totalizando 5 km², e a terceira na Fazenda Iracema (módulo III: 11°34' S; 55°05' W), com 8 parcelas,
85 distribuí-se em um sistema de trilhas de 1 x 3 km, totalizando 3 km², devido ao menor tamanho da área (Apêndice
86 A).

87 Em cada intersecção de trilhas foi instalado uma parcela permanente de 250 m e a largura varia de acordo
88 com o grupo de organismo a ser amostrado. Estas áreas possuem um histórico de extração madeireira com corte
89 seletivo, ocorrido nos anos de 2002, 1995 e 1981, respectivamente, para os módulos citados acima. Todos os dados
90 utilizados neste trabalho fazem parte do banco de dados do PPBio (<http://ppbio.inpa.gov.br/repositorio/dados>) e
91 estão disponíveis ao público no repositório de dados (Pezzini et al. 2012).

92 O clima da região é classificado como *Am*, quente e úmido, com chuvas do tipo monçônico, com transição
93 entre o clima equatorial superúmido (*Af*) da Amazônia e o tropical úmido (*Aw*) do Planalto Central, conforme o

94 sistema de classificação de Köppen (ALVARES et al. 2013). A região é caracterizada por duas estações, uma
95 chuvosa, que ocorre de setembro a abril e uma seca, que ocorre de maio a agosto. A temperatura média anual situa-
96 se em torno de 24 °C e a precipitação em torno de 2.000 mm ano⁻¹ (Vourlitis et al. 2002).

97 A vegetação é caracterizada como Floresta Estacional Sempre-Verde IBGE (2012), com espécies
98 características de floresta de transição Amazônia-Cerrado como, *Tovomita schomburgkii* Planch. & Triana, *Qualea*
99 *paraensis* Ducke e *Brosimum lactescens* (S. Moore) C. C. Berg (Suli 2004). O solo predominante é o Latossolo
100 Vermelho-Amarelo Distrófico (RADAMBRASIL 1980), apresenta alto teor de acidez e baixa fertilidade,
101 característico da região amazônica (Vitousek e Sanford 1986).

102 Inventário florístico

103 O inventário quantitativo das herbáceas foi realizado em todas as 32 parcelas, entre setembro de 2010 e
104 setembro de 2011. Em cada parcela de (250 x 2 m) todos os indivíduos herbáceos maiores que 5 cm de altura
105 foram contados, coletados, medidos e identificados. A identificação das espécies de herbáceas foram baseadas em
106 bibliografias especializadas (Kramer 1957; Ribeiro et al. 1999; Zuquim et al. 2008; Costa et al. 2008; Costa et al.
107 2011; Assis e Salino 2011; Winter et al. 2011), bem como consulta a especialistas dos herbários BHCB (UFMG -
108 Belo Horizonte, MG, Brasil) e NX (UNEMAT - Nova Xavantina, MT, Brasil). Espécimes testemunhas estão
109 depositados no Herbário Centro Norte Mato-Grossense (CNMT) da UFMT – Sinop, MT, Brasil. Todas as
110 informações do inventário das herbáceas foram coletadas por (Paixão 2012).

111 O inventário quantitativo das espécies de Fabaceae foi realizado em todas as 32 parcelas e trilhas de
112 acesso, no período de maio de 2010 a abril de 2011. Em todas as parcelas foram coletados indivíduos, de acordo
113 com o protocolo da estrutura da vegetação, em parcelas permanentes, usando três classes de DAP específicas para
114 cada categoria de organismo, sendo, a primeira com DAP ≥ 1 cm (4 m x 250 m) totalizando uma área de 0,1 ha, a
115 segunda com DAP ≥ 10 cm (20 m x 250 m) com área de 0,5 ha, e a terceira com DAP ≥ 30 cm (40 m x 250 m)
116 com área de 1 ha. A identificação das espécies de fabáceas foram baseadas em Lewis et al. (2005). Os táxons
117 foram identificados através de análise morfológica, auxílio de literatura taxonômica, consulta aos herbários da
118 Universidade Federal de Viçosa (VIC), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Jardim Botânico do
119 Rio de Janeiro (RB) e especialistas. Espécies testemunhas estão depositados no Herbário Centro Norte Mato-
120 Grossense (CNMT) da UFMT – Sinop, MT, Brasil. Todas as informações do inventário das fabáceas foram
121 coletados por (Kuntz 2012).

122 Análise de Solo

123 A amostragem do solo foi realizada conforme metodologia descrita em Embrapa (1999), onde analisou-
124 se a textura (areia, silte e argila) e a composição química (macro e micro-nutrientes). A coleta de solo foi realizada
125 com o auxílio de um trado holandês, em cada parcela foi coletado cinco amostras de solo, em três profundidades
126 (0-10, 10-20 e 20-40 cm) sendo esta de forma sistemática, distanciando 50 m entre si. As coletas individuais de
127 cada estrato foram combinadas (amostragem composta) formando uma amostra de estrato por parcela e
128 armazenadas em sacos plásticos para análises posteriores. A matriz de dados com os resultados das variáveis do
129 solo utilizadas nas análises deste trabalho, estão disponíveis no Repositório de Dados do Programa de pesquisa em
130 Biodiversidade (Apêndices C, D e E) (Pezzini et al. 2012).

131 Análise Estatística

132 Os dados químicos de solos (P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, MO, Zn²⁺, Cu⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, SB, CTC) e
 133 granulométricos (areia, silte, argila), foram organizados por parcela, classificado por módulo considerando três
 134 classes de profundidade (0 - 10; 10 - 20 e 20 - 40 cm). Para analisar as características químicas e granulométricas
 135 foi realizada uma análise de componentes principais de correlação (PCA), para obtenção de eixos ortogonais e
 136 assim reduzir a dimensionalidade dos dados. Os dados de abundância das plantas herbáceas e fabáceas foram
 137 organizadas por parcelas e classificadas por módulos. Estes dados foram ordenados por análises de coordenadas
 138 principais (PCoA), que reduz a dimensionalidade baseada na dissimilaridade de Bray-Curtis (Legendre e Legendre
 139 2012). Para avaliar o efeito da estratificação vertical do solo sobre a abundância das comunidades, foi realizada
 140 Análise de Covariância Multivariada (MANCOVA), considerando eixos ortogonais resultantes da PCA como
 141 variáveis independentes. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R (R Development Core Team
 142 2015).

143 **RESULTADOS**

144 Obtivemos dados da ocorrência de 3.950 indivíduos de plantas herbáceas de 40 espécies, distribuídos em
 145 22 gêneros e 14 famílias (Tabela 1). As espécies mais abundantes foram *Streptogyna americana* (25 %), *Adiantum*
 146 *lucidum* (16 %) e *Triplophyllum hirsutum* (8 %). Entre as três áreas estudadas, o número de espécies de herbáceas
 147 foi maior no módulo I (56 %), seguido pelo módulo III (27 %) e módulo II (17 %).

149 **Tabela 1.** Abundância de herbáceas nos três módulos em parcelas permanentes do PPBio, no município de
 150 Cláudia, Mato Grosso.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	MÓDULOS			
	I	II	III	TOTAL
ARACEAE				
<i>Philodendron</i> sp. 1	4	0	0	4
BROMELIACEAE				
NI	0	6	0	6
CYPERACEAE				
<i>Calyptrocarya</i> sp. 1	0	0	2	2
<i>Calyptrocarya</i> sp. 2	0	0	14	14
<i>Calyptrocarya</i> sp. 3	0	0	1	1
<i>Calyptrocarya</i> sp. 4	0	0	2	2
<i>Diplasia karateifolia</i> Rich. ex Pers.	26	29	25	80
<i>Scleria secans</i> (L.) Urb.	7	13	7	27
<i>Scleria</i> sp. 1	0	2	2	4
<i>Scleria</i> sp. 2	0	1	0	1
DRYOPTERIDACEAE				
<i>Cyclodium meniscioides</i> (Willd.) C.Presl	1	0	0	1
HELICONIACEAE				
<i>Heliconia</i> sp.	2	0	0	2
HYMENOPHYLLACEAE				
<i>Trichomanes pinattum</i> Hedw.	78	25	39	142
<i>Trichomanes vittaria</i> DC. ex Poir.	141	31	22	194
LINDSAEACEAE				

Continuação **Tabela 1.**

<i>Lindsaea quadrangulares</i> Raddi	0	1	2	3
<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd.	10	0	0	10
LOMARIOPSIDACEAE				
<i>Lomariopsis japurensis</i> (Mart.) J.Sm.	180	9	29	218
MARANTACEAE				
<i>Calathea</i> sp. 1	0	0	1	1
<i>Goepertia zingiberina</i> (Körn.) Borchs. & S.Suárez	8	0	21	29
<i>Ischnosiphon</i> sp. 1	56	102	29	187
<i>Ischnosiphon</i> sp. 2	9	6	11	26
<i>Monotagma plurispicatum</i> (Körn.) K.Schum.	0	25	0	25
POACEAE				
aff. <i>Lasiacis</i>	0	1	0	1
<i>Bambusa</i> sp	27	0	0	27
<i>Olyra latifolia</i> L.	80	0	0	80
<i>Pariana</i> sp. 1	179	56	72	307
<i>Pariana</i> sp. 2	0	0	37	37
<i>Pariana</i> sp. 3	0	0	11	11
<i>Olyra</i> sp. 3	0	1	0	1
<i>Streptogyna americana</i> C.E.Hubb.	363	249	356	968
PTERIDACEAE				
<i>Adiantum cinnamomeum</i> Lellinger & J.Prado	0	2	4	6
<i>Adiantum diogoanum</i> Glaz. ex Baker	27	0	0	27
<i>Adiantum dolosum</i> Kunze	158	19	44	221
<i>Adiantum glaucescens</i> Klotzsch	16	2	34	52
<i>Adiantum lucidum</i> (Cav.) Sw.	348	48	254	650
<i>Adiantum obliquum</i> Willd.	179	2	25	206
<i>Adiantum tetraphyllum</i> Willd.	0	0	6	6
SCHIZAEACEAE				
<i>Schizaea elegans</i> (Vahl) Sw.	1	0	0	1
STRELITZIACEAE				
<i>Phenakospermum guianensis</i> (A.Rich.) Endl. ex Miq.	5	52	5	62
TECTARIACEAE				
<i>Triplophyllum hirsutum</i> (Holtum) J.Prado & R.C.Moran	290	1	17	308
Total	2195	683	1072	3950

151

152

153

154

155

Para os dados da ocorrência de Fabaceae obtivemos 567 indivíduos de plantas Fabaceae, distribuídos em 40 espécies e 19 gêneros (Tabela 2). As espécies mais abundantes foram *Inga* sp (14 %), *Inga hererophylla* (5 %), *Inga splendens* e *Inga thibaudiana* (5 %). O número de espécies de Fabaceae foi maior no módulo II (43 %) seguido pelo módulo I (39 %) e módulo III (18%).

156 **Tabela 2.** Abundância de Fabaceae nos três módulos em parcelas permanentes do PPBio, município de Cláudia,
157 Mato Grosso.

Família/Espécie	Módulos			
	I	II	III	Total
<i>Abarema</i> sp.	0	2	0	2
<i>Abarema curvicarpa</i> (H.S.Irwin) Barneby & J.W.Grimes	0	1	0	1
<i>Abarema curvicarpa</i> var <i>rodriguesii</i> Barneby & J.W.Grimes	2	0	0	2
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	1	1	1	3
<i>Albizia</i> sp.	4	0	0	4
<i>Albizia pedicellaris</i> (Dc.) L. Rico	2	0	0	2
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Machr	1	0	0	1
<i>Copaifera</i> sp.	0	1	0	1
<i>Deguelia amazônica</i> Killip	16	2	1	19
<i>Dialium</i> sp.	2	4	5	11
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	4	6	0	10
<i>Dimorphandra</i> sp.	1	0	0	1
<i>Dipteryx</i> sp.	0	1	0	1
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	1	1	0	2
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	2	3	2	7
<i>Hymenolobium</i> sp.	7	3	2	12
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	1	0	0	1
<i>Inga</i> sp.	28	46	8	82
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	8	0	3	11
<i>Inga capitata</i> Desv.	0	1	0	1
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	17	10	3	30
<i>Inga pilosula</i> (Rich.) J.F.Macbr.	0	6	2	8
<i>Inga splendens</i> Willd.	11	12	5	28
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	19	3	6	28
<i>Inga ulei</i> Harms	0	2	1	3
<i>Inga vera</i> Willd.	0	3	0	3
<i>Machaerium</i> sp.	4	0	0	4
<i>Machaerium hoehneanum</i> Ducke	1	0	0	1
NI	53	113	54	220
<i>Parkia</i> sp.	5	3	2	10
<i>Parkia velutina</i> Benoist	3	3	2	8
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	2	0	0	2
<i>Stryphnodendron</i> sp.	0	1	0	1
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	1	0	0	1
<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms	8	1	1	10
<i>Tachigali</i> sp.	13	12	2	27
<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	1	0	0	1
<i>Tachigali setifera</i> (Ducke) Zarucchi & Herend.	1	0	0	1
<i>Vatairea</i> sp.	2	3	1	6
<i>Vataireopsis araroba</i> (Aguiar) Ducke	1	0	0	1
Total	222	244	101	567

158 As características químicas e granulométricas do solo variam para as áreas amostradas e entre as classes
159 de profundidade do solo avaliadas. Em ambos os eixos, observa-se uma relação entre os eixos das características

160 do solo, indicando os valores que tiveram maior influência na formação do eixo para as propriedades química e
 161 granulométricas dos solos avaliados (Tabela 3).

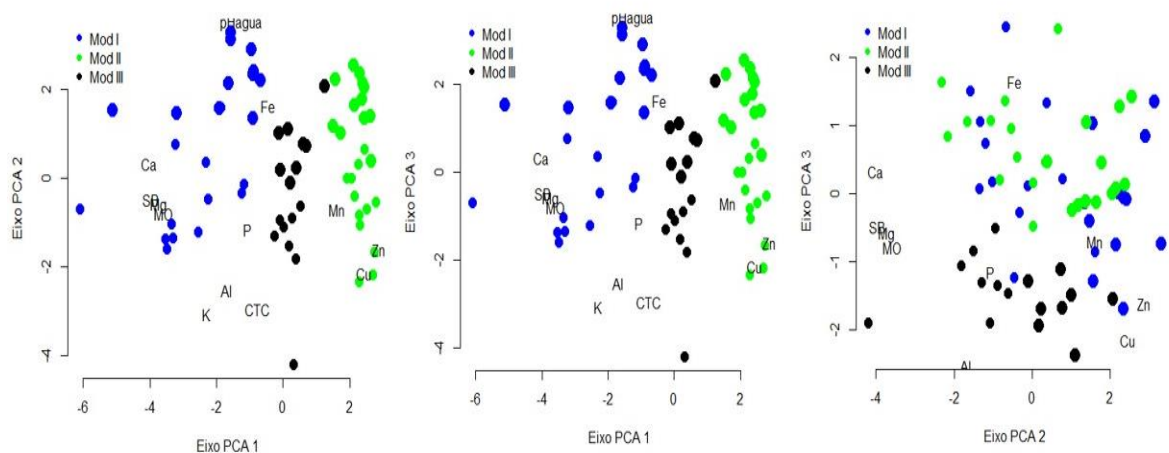
162

163 **Tabela 3.** Contribuição das variáveis químicas e granulométricas do solo para a formação do eixo de ordenação
 164 da análise de componentes principais (PCA) representando solo para as áreas amostradas.

Variáveis Granulométrica	Contribuição para eixo (PCA 1)		
	Estrato 00-10	Estrato 10-20	Estrato 20-40
Areia	0.60	0.62	0.62
Silte	-0.55	-0.52	-0.52
Argila	-0.58	-0.59	-0.59
Variáveis Química	Estrato 00-10	Estrato 10-20	Estrato 20-40
pH água	-0.36	-0.38	-0.36
Fósforo (P)	-0.06	-0.03	-0.17
Potássio (K ⁺)	-0.08	-0.04	-0.10
Cálcio (Ca ²⁺)	-0.38	-0.37	-0.38
Magnésio (Mg ²⁺)	-0.38	-0.36	-0.36
Alumínio (Al ³⁺)	-0.01	0.03	0.07
Matéria Orgânica (MO)	-0.36	-0.25	-0.18
Zinco (Zn ²⁺)	0.37	0.37	0.36
Cobre (Cu ⁺)	0.36	0.38	0.37
Ferro (Fe ²⁺)	-0.10	-0.19	-0.19
Manganês (Mn ²⁺)	0.16	0.19	0.19
Soma de Bases (SB)	-0.38	-0.38	-0.38
Capacidade de troca catiônica (CTC)	-0.03	0.18	0.17

165

166 De acordo com a ordenação das amostras de solo pelas propriedades químicas foi significativamente
 167 relacionada aos módulos de amostragem (*Pillai-Trace* = 1,50; $F_{2,124} = 95,22$; $P < 0,001$), revelando uma
 168 estruturação espacial em escala regional, e entre as classes de profundidades avaliadas (*Pillai-Trace* = 0,90; $F_{2,124} = 25,71$; $P < 0,001$), uma estruturação vertical em escala local (Figura 1).



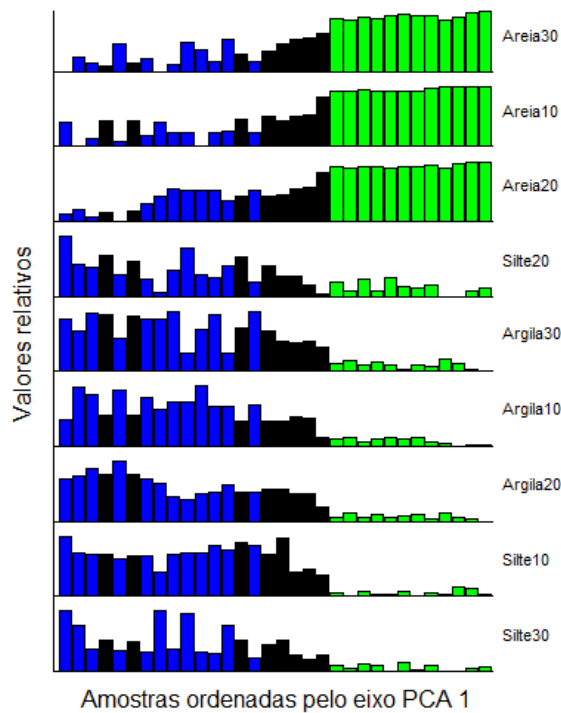
170

171

Figura 1. Ordenação de amostras pelos três primeiros eixos (variância total explicada = 68 %) de uma análise de componentes principais (PCA) pelas características químicas do solo em três módulos de amostragem (mód I, II e

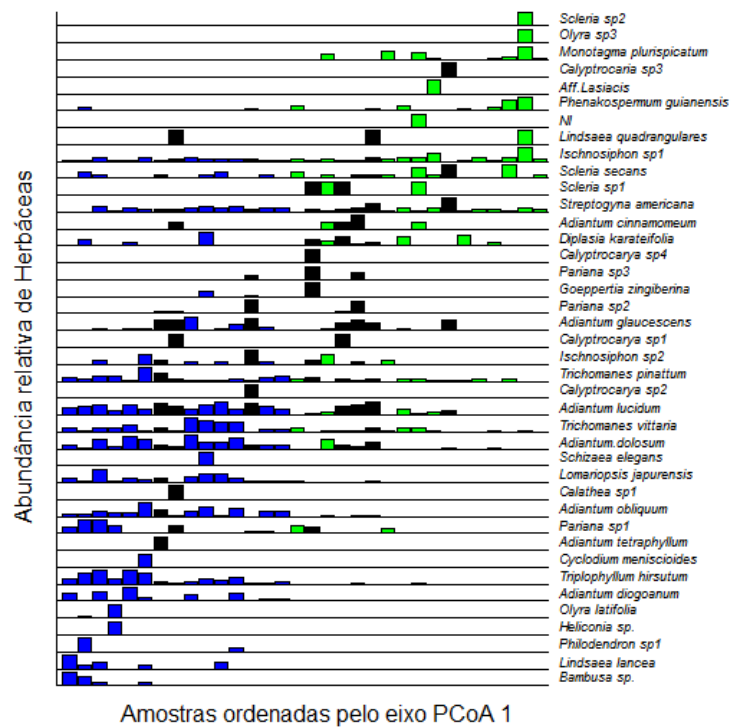
172 III) e três classes de profundidade (0 – 10, 10 - 20 e 20 - 40 cm). O tamanho do ponto é proporcional a profundidade
 173 amostrada. A porcentagem de variância explicada por cada eixo foi respectivamente 39 %, 18 % e 10 %. A posição
 174 das variáveis indicadas nos gráficos é relativa a suas correlações com os componentes principais. As variáveis
 175 indicadas são: Alumínio (Al), Cálcio (Ca), Capacidade de troca catiônica (CTC), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Fósforo
 176 (P), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Matéria orgânica (MO), pH da água (pHagua), Potássio (K), Soma de bases
 177 (SB) e Zinco (Zn).

178
 179 Em uma análise de componentes principais pelos dados granulométricos, o primeiro eixo explicou 84 %
 180 da variância (Figura 2). A ordenação das amostras neste eixo foi significativamente relacionada aos módulos
 181 (*Pillai-Trace* = 0,93; $F_{2,124} = 27,11$; $P < 0,001$) e a profundidade (*Pillai-Trace* = 0,25; $F_{2,124} = 4,59$; $P < 0,001$).



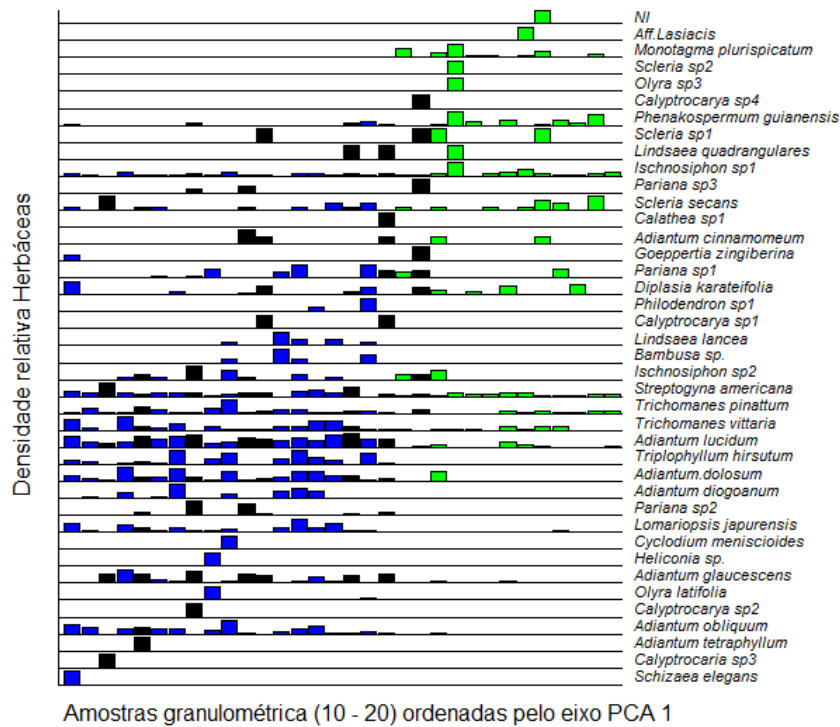
182 **Figura 2.** Ordenação de amostras por análise de componentes principais (PCA) pelas características
 183 granulométricas do solo em três módulos de amostragem e três classes de profundidade (0 – 10, 10 - 20 e 20 - 40
 184 cm) no Sul da Amazônia. Cores diferentes representam módulos diferentes.

185 Para os dados de abundância da comunidade de herbáceas, os três eixos de uma PCoA capturaram (65 %)
 186 da variação da composição da comunidade, a partir das distâncias Bray-Curtis entre amostras. O primeiro eixo (37
 187 %) desta ordenação, recuperou um padrão de substituição das espécies entre as áreas amostradas (Figura 3).



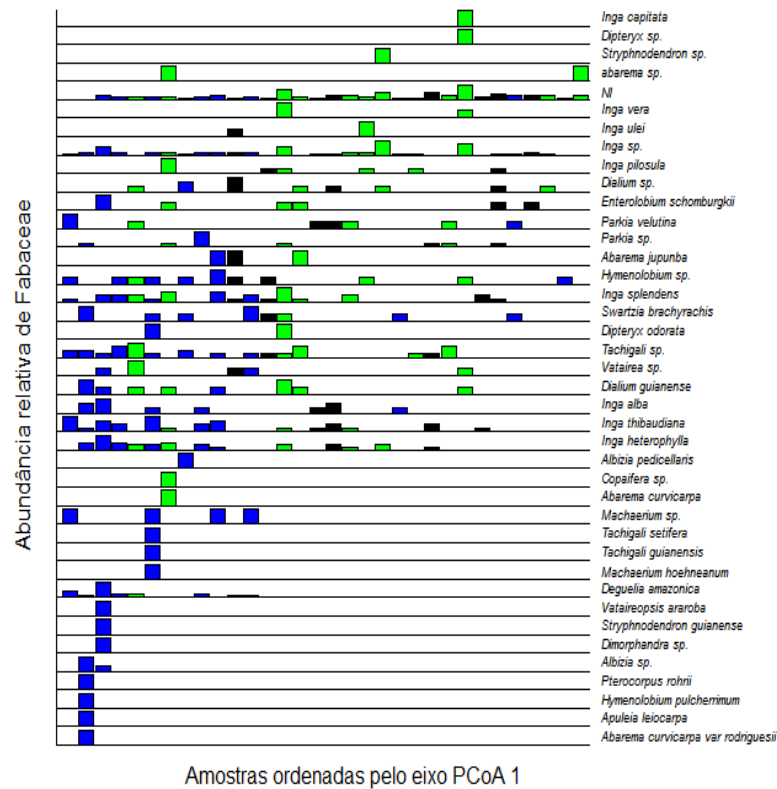
188 **Figura 3.** Abundância relativa das espécies de herbáceas ao longo do gradiente de composição de espécies definido
 189 pelo primeiro eixo de uma análise de coordenadas principais (PCoA). As cores representam as três áreas distintas
 190 (módulos de amostragem).
 191

192 Para a abundância da comunidade de herbáceas o primeiro eixo esteve relacionado com a granulometria
 193 do solo na profundidade de 10 - 20 cm ($Pillai-Trace = 0,31$; $F_{3,21} = 3,25$; $P = 0,04$) (Apêndice B). Utilizando os
 194 parâmetros granulométricos, algumas espécies foram restritas ao módulo II com maior porcentagem de areia,
 195 *Monotagma plurispicatum*, *Scleria* sp2 e *Olyra* sp3 (Figura 4).



196 **Figura 4.** Distribuição da comunidade de herbáceas ao longo do gradiente granulométrico da profundidade 10- 20
 197 cm, em 32 parcelas permanentes localizadas no município de Cláudia, estado de Mato Grosso.
 198

199 Para os dados de abundância da comunidade de Fabaceae os três eixos da PCoA capturaram (57 %) da
 200 variação na composição da comunidade. O primeiro eixo (32 %) desta ordenação recuperou um padrão em que as
 201 espécies mais frequentes (registradas em mais do que três parcelas) se distribuíram ao longo de todo o gradiente,
 202 independentemente da área de amostragem (Figura 5). A comunidade de Fabaceae não mostraram um padrão bem
 203 definido em relação a profundidade do solo, utilizando os parâmetros químicos e granulométricos (Apêndice B).



204 **Figura 5.** Abundância relativa das espécies de Fabaceae ao longo do gradiente de composição de espécies definido
 205 pelo primeiro eixo de uma análise de coordenadas principais (PCoA). As cores representam as três áreas distintas
 206 (módulo de amostragem).
 207

208 Vários estudos (Tabela 4) sobre a correlação entre as características edáficas e a distribuição de plantas,
 209 consideraram amostras de solo em profundidades específicas com diferentes grupos de plantas (Costa e Magnusson
 210 2010).

211 **Tabela 4.** Trabalhos desenvolvidos com profundidades específicas utilizando a metodologia RAPELD (Costa &
 212 Magnusson 2010).

Local	Profundidades (cm)	Referência	Grupos de Plantas
Manaus/AM	0-5	Zuquim et al. 2009	Pteridofitas
Manaus/AM	0-5	Pansonato et al. 2013	Pteridofitas/Leguminosas
Manaus/AM	0-5	Costa et al. 2009	Palmeiras
Manaus/AM	0-5	Costa et al. 2005	Marantaceae/Pteridofitas
Manaus/AM	0-5	Figueiredo et al. 2014	Zingiberales
Manaus/AM	0-5	Costa F. 2006	Herbáceas
Claudia/MT	0-10	Paixão E. 2012 Dados não publicados	Herbáceas
Claudia/MT	0-10	Kuntz I. 2012 Dados não publicados	Fabaceae
AC/AM/PA/RO/RR	5-10	Zuquim et al. 2014	Herbáceas
Amazonas e Roraima	5-10	Zuquim et al. 2012	Herbáceas e Licófitas

213

214 DISCUSSÃO

215 Existem diferenças claras nas características químicas e granulométricas do solo entre os módulos de
 216 amostragem e as classes de profundidade. O desenho amostral adotado aqui, seguiu a metodologia RAPELD
 217 (Costa e Magnusson 2010), na qual as parcelas permanentes são instaladas em lugares diferentes, com distâncias
 218 padronizadas. As parcelas são longas e estreitas, com maior eixo orientado ao longo da curva de nível do terreno.

219 Este modelo minimiza a variação interna de topografia e solo em cada parcela, e permite o uso destas variáveis
220 como preditoras das distribuições de espécies. Em relação à profundidade do solo, ainda não se tem trabalhos que
221 descrevem essas diferenças que existem na estruturação do perfil do solo, quando se estuda distribuição de espécies
222 vegetais, pois os mesmos utilizam profundidades específicas para analisar diferentes grupos vegetacionais (Tabela
223 4).

224 Assim como ocorre com pteridófitas e arbustos (Tumoisto et al. 1995, Zuquim et al. 2009), avaliamos que
225 algumas espécies de herbáceas estão restritas à ambientes bastante arenosos. De fato, a composição de espécies
226 herbáceas varia conforme o teor de areia e deve ser resultado da interação entre este e a distância do curso d'água
227 mais próximo, em função da dependência hídrica destas plantas (Paixão 2012). Portanto, a diversidade beta de
228 espécies herbáceas deve ser controlada por partilha de nicho nesta escala, onde locais geograficamente próximos
229 e aparentemente homogêneos, podem apresentar variações na distribuição das espécies.

230 A comunidade de fabáceas se organiza de forma independente dos fatores edáficos, apesar de que a
231 composição de espécies de leguminosas arbóreas possa estar relacionada ao gradiente de textura do solo
232 (Pansonato et al. 2013). As fabáceas são importantes na recuperação de áreas degradadas pela grande facilidade
233 de se desenvolverem em solos pobres e mal drenados por causa da simbiose com bactérias e fungos realizada por
234 suas raízes (Nogueira et al. 2012). Esta simbiose pode permitir o estabelecimento da planta independentemente da
235 fertilidade ou textura do solo, desde que a competição com plantas sem tal simbiose seja um fator irrelevante na
236 organização da comunidade (Nogueira et al. 2012). Além disso, árvores da família Fabaceae, por possuírem um
237 sistema radicular profundo e ramificado, podem facilmente buscar nutrientes nos estratos mais profundos do solo
238 (Gonçalves 1988).

239 Existem diferenças no grau de controle ambiental sobre plantas tropicais de pequeno ou grande porte
240 (Jones et al. 2008). As raízes de plantas com diferentes formas de crescimento geralmente estão concentradas em
241 diferentes profundidades no solo. Plantas pequenas como as herbáceas possuem raízes mais superficiais, enquanto
242 espécies lenhosas têm raízes que se estendem mais profundamente no perfil do solo (Gurevitch et al. 2009). Nesse
243 sentido, a capacidade de absorção dos nutrientes no solo pelas plantas, está intimamente ligada as características
244 morfológicas das raízes sendo uma das principais propulsoras na manutenção dos solos (Gonçalves 1988; Bonilha
245 2012). Portanto, plantas de maior porte respondem de maneira diferente de plantas menores devido ao tamanho de
246 suas raízes e a capacidade de absorção de nutrientes.

247 Sendo assim, para estudos da distribuição de espécies vegetais relacionadas a fatores edáficos, sugerimos
248 uma padronização da amostragem de solo, na qual para grupos de plantas menores como as herbáceas, onde as
249 raízes são superficiais, as amostras de solo devem incluir o perfil de 40 cm de profundidade do solo. No entanto,
250 para espécies arbóreas como as fabáceas, a amostragem de solo deve incluir maior profundidade, pois as mesmas
251 possuem raízes mais estruturadas e profundas, utilizando-se de trincheiras neste procedimento, pois estas podem
252 ser capazes de alcançar recursos que são indisponíveis para o componente herbáceo da floresta.

253 Para este estudo a variável edáfica foi representada pelos eixos ortogonais resultantes de ordenação das
254 amostras, sendo assim não consideramos qual componente do solo foi mais importante e sim o conjunto destes
255 componentes no espaço multivariado. Os resultados obtidos indicam que não se pode considerar somente a parte
256 rasa do solo e as decisões sobre qual profundidade utilizar como variável preditora em modelos estatísticos, fica
257 em segundo plano, podendo até ser negligenciável, devido usar uma amostragem única para todos os grupos de
258 plantas analisados. Porém essa avaliação pode ser um efeito local, e teremos um cenário melhor se houver

259 padronização na coleta de solo de acordo com o grupo de planta a ser analisado, em diferentes formas de vegetação,
260 e desta forma ser replicado em outros domínios geográficos brasileiros.

261 **CONCLUSÃO**

262 Nós mostramos que espécies herbáceas e fabáceas se comportam de maneiras diferentes em relação às
263 condições edáficas. Nessa perspectiva observa-se a importância de uma amostragem de solo adequada para cada
264 grupo de planta analisado, o que nos leva a concluir que não podemos avaliar só as camadas mais superficiais, mas
265 também as mais profundas, adequadas a cada grupo vegetal. A compreensão dos padrões de distribuição de
266 espécies é fundamental para o planejamento de conservação, em especial nas áreas de transição do Sul da
267 Amazônia, onde é evidente a heterogeneidade ambiental que é pouco compreendida.

268 **AGRADECIMENTOS**

269 Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão
270 da bolsa. Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) pelo incentivo à pesquisa, e a disponibilização do
271 banco de dados para realização deste trabalho. Aos projetos financiados pelo Conselho Nacional de
272 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 569382/2008-4, 556858/2009-3, 558225/2009-8 e a Fundação
273 de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) 40810/2009, 300729/2010, 688844/2010, que
274 custearam as coletas nos módulos de amostragem.

275 **REFERÊNCIAS**

- 276 Almeida EJ, Luizao FJ, Rodrigues DJ (2015) Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas
277 seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. *Revista Acta*
278 *Amazonica* 45: 157 – 166
- 279
280 Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for
281 Brazil. *Meteorologische Zeitschrift Stuttgart* 22:711-728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- 282
283 Assis F and Salino A (2011) Dennstaedtiaceae (Polypodiopsida) in Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 62:011-033.
284 doi:10.1590/S0102-33062011000400005
- 285
286 Bernardes C (2007). Influência da heterogeneidade Ambiental e da distância geográfica na composição em flocos
287 de terra firme no Interflúvio Madeira Purus, Amazonia Central. Dissertação, Instituto Nacional de Pesquisas da
288 Amazônia/Universidade Federal do Amazonas
- 289
290 Bonilha RM (2012) Caracterização da fertilidade do solo, distribuição do sistema radicular e índice de qualidade
291 do solo no Ecossistema Restinga do Litoral Paulista. Dissertação, Universidade Federal de São Carlos
- 292
293 Braga-Neto R, Luizão RCC, Magnusson W, Zuquim G, Castilho CV (2008) Leaf litter fungi in a Central
294 Amazonian forest: the influence of rainfall, soil and topography on the distribution of fruiting bodies.
295 *Biodivers. Conserv* 17:2701–2712. doi: 10.1007/s10531-007-9247-6
- 296
297 Costa FRC, Magnusson WE, Luizao RC (2005) Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs
298 in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863–878. doi: 10.1111/j.1365-
299 2745.2005.01020.x
- 300
301 Costa FRC (2006) Mesoscale Gradients of Herb Richness and Abundance in Central Amazonia. *Biotropica* 38:
302 711-717
- 303
304 Costa FRC, Espinelli FP, Figueiredo FO G (2008) Guide to the Marantaceae of the Reserva Ducke and Reserva
305 Biológica do Uatumã. Amazonas, Manaus: INPA

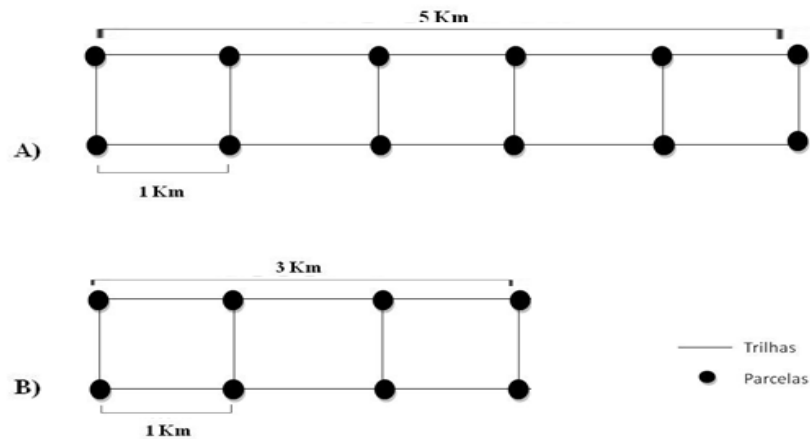
- 306 Costa FR, Guillaumet JL, Lima AP, Pereira OS (2009) Gradients within gradients: The mesoscale distribution
307 patterns of palms in a central Amazonian forest. *Journal of Vegetation Science* 20: 69–78. doi: 10.1111/j.1654-
308 1103.2009.05314.x
309
- 310 Costa FRC and Magnusson WE (2010) The need for large-scale, integrated studies of biodiversity – the experience
311 of the program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Natureza & Conservação* 8: 3-12. doi:
312 10.4322/natcon.00801001
313
- 314 Costa FRC, Espinelli FP, Figueiredo FOG (2011) Guide to the Zingiberales of PPBio sites in Brazilian Western
315 Amazonia. *Amazônias*, Manaus: INPA
316
- 317 Drucker DP, Costa FRC, Magnusson WE (2008) How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests?
318 A test with terrestrial herbs. *J. Trop. Ecol* 24:65–74. doi: 10.1017/S0266467407004701
319
- 320 Duque MAJ (2001) Comentarios al concepto y la definición de comunidades vegetales en la Amazonía
321 noroccidental. *Crónica Forestal y Del Medio Ambiente*, Colombia 16:89-97. doi:10.1017/S0266467407004701
322
- 323 Duque AJ, Duivenvoorden JF, Cavelier J, Sanchez M, Polanía C, León A (2005) Ferns and Melastomataceae as
324 indicators of vascular plant composition in rain forests of Colombian Amazonia. *Plant Ecology* 178:1–13. doi:
325 10.1007/s11258-004-1956-2
326
- 327 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1999) Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas
328 e Fertilizantes. Brasília – DF
329
- 330 Falcao NPS, Silva JRA (2004) Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. *Acta*
331 *Amazônica* 34: 337-342
332
- 333 Figueiredo FOG, Costa FRC, Nelson BW, Pimentel TP (2014) Validating forest types based on geological and
334 land-form features in central Amazonia. *J Veg Sci* 25:198–212
335
- 336 Franco AA, Resende AS, Campello EFC (2003) Importância das Leguminosas Arbóreas na Recuperação de Áreas
337 Degradadas e na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais. In: *Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento*
338 *Sustentável*, Mato Grosso do Sul. 1-24
339
- 340 Gurevitch J, Scheiner SM, Fox GA (2009) *Ecologia vegetal*. 2. ed. Porto Alegre
341
- 342 Gonçalves JLM (1988) Propriedades físico-químicas dos solos vs. Exigências nutricionais de espécies florestais
343 de rápido crescimento circular técnica nº 154
344
- 345 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012) Manual técnico da vegetação brasileira
346
- 347 Jacomine PKT (2000) Solos sob matas ciliares. In: *Matas ciliares: conservação e recuperação*. (Rodrigues RR and
348 Leitão Filho HF, eds.). Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, pp. 27-31
349
- 350 Jones MM, Tuomisto H, Clark DB, Olivas P (2006) Effects of mesoscale environmental heterogeneity and
351 dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *Journal of Ecology* 94: 181–195. doi: 10.1111/j.1365-
352 2745.2005.01071.x
353
- 354 Jones MM, Tuomisto H, Olivas PC (2008) Differences in the degree of environmental control on large and small
355 tropical plants: just a sampling effect? *Journal of Ecology* 96:367–377. doi: 10.1111/j.1365-2745.2007.01340.x
356
- 357 Kinupp VF and Magnusson WE (2005) Spatial patterns in the understory shrub genus *Psychotriain* central
358 Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology* 21: 363–374.
359 doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467405002440>
360
- 361 Kramer KU (1957) A revision of the genus *Lindsaea* in the new world with notes on allied genera. *Acta*
362 *Botanica Neerlandica* 6:97– 290. doi: 10.1111/j.1438-8677.1957.tb00576.x
363
- 364 Kuntz I (2012) Diversidade e distribuição geográfica de Leguminosae Adans. na Amazônia Meridional, Mato
365 Grosso, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa

- 366 Legendre P and Legendre L (2012) Multiscale analysis: spatial eigenfunctions. Chapter 14 in: Numerical ecology,
367 3rd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam
368
- 369 Lewis SL, Phillips OL, Baker TR, Lloyd L, Malhy Y, Almeida S, Higuchi N, Laurance WF, Neill DA, Silva JNM,
370 Terborgh J, Lezama AT, Martínez RV, Brown S, Chave J, Kuebler C, Vargas PN, Vicent B (2004) Concerted
371 changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots.
372 *Philosophical transactions of The Royal Society* 359: 421-436
373
- 374 Luizão FJ (2007) Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e*
375 *Cultura* 59: 31-35
376
- 377 Nogueira NO, Oliveira OM, Martins CADS, Bernardes CDO (2012) Utilização de leguminosas para recuperação
378 de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera* 8: 14
379
- 380 Oliveira AA e Amaral IL (2004) Florística e Fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central,
381 Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica* 34: 21-34
382
- 383 Paixão E (2012) Padrão de distribuição da comunidade herbácea em três áreas da Amazônia Meridional.
384 Dissertação, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá
385
- 386 Pansonato MP, Costa FRC, Castilho CV, Carvalho A, Zuquim G (2013) Spatial scale or amplitude of predictors
387 as determinants of the relative importance of environmental factors to plant community structure. *Biotropica* 45:
388 299-307
389
- 390 Pezzini FF, Melo PHA, Oliveira DMS, Amorim RX, Figueiredo FOG, Drucker DP, Rodrigues FRO, Zuquim G,
391 Emilio T, Costa FRC, Magnusson WE, Sampaio AF, Lima AP, Garcia ARM, Manzatto AG, Nogueira A, Costa
392 CP, Barbosa CEA, Bernardes C, Castilho CV, Cunha CN, Freitas CG, Cavalcante CO, Brandão DO, Rodrigues
393 DJ, Santos ECPR, Baccaro FB, Ishida FY, Carvalho FA, Moulatlet GM, Guillaumet JB, Pinto JLPV, Schiatti J,
394 Vale JD, Belger L, Verdade LM, Pansonato MP, Nascimento MT, Santos MCV, Cunha MS, Arruda R, Barbosa
395 RI, Romero RL, Pansini S, Pimentel TP (2012) The Brazilian Program for Biodiversity Research (PPBio)
396 information system. *Biodiversity & Ecology* 4:265-274. doi: 10.7809/b-e.00083
397
- 398 Programa de pesquisa em biodiversidade (PPBIO) (2016) Repositório de dados do PPBio.
399 <http://ppbio.inpa.gov.br/repositorio/dados>. Acesso 13 Janeiro 2016
400
- 401 Programa de pesquisa em biodiversidade (PPBIO) (2016) Sítios de coleta. <https://ppbio.inpa.gov.br/sitios/sinop>.
402 Acesso 2 Fevereiro 2016
403
- 404 Vormisto J, Tuomisto H, Oksanen J (2004) Palm distribution patterns in Amazonian rainforests: What is the role
405 of topographic variation? *Journal of Vegetation Science* 15: 485-494
406
- 407 Vourlitis GL, Filho NP, HAYASHI MSM, NOGUEIRA JS, CASEIRO FT, CAMPELO JRJH (2002) Seasonal
408 variations in the evapotranspiration of a transitional tropical forest of Mato Grosso, Brazil. *Water Resources*
409 *Research* 38:1-11
410
- 411 R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical
412 Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org/>. Accessed 28 october 2015
413
- 414 RADAMBRASIL, Folha SC 21 (1980) Juruena (Levantamento de Recursos Naturais, 20). Rio de Janeiro: DNPM
415
- 416 Ribeiro JELS, HopkinS MJG, Vicentini A, Sothers CA, Costa MAS, Brito JM, Souza MAD, Martins LHP,
417 Ohmann LG, Assunção PACL, Pereira EC, silva CF, Mesquita MR, Procópio E LC (1999) Flora da Reserva
418 Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.
419 INPA/DFID, Manaus
420
- 421 Ricklefs RE (2004) A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7:1 - 15.
422 doi: 10.1046/j.1461-0248.2003.00554.x

- 423 Ruokolainen K, Linna A, Tuomisto H (1997) Use of Melastomataceae and Pteridophytes for revealing
424 phytogeographical patterns in Amazonian rain forests. *Journal of Tropical Ecology* 13:243–256. doi:
425 10.1017/S0266467400010439
426
- 427 Ruokolainen K, Tuomisto H, Macia MJ, Higgins MA, Yli-Halla M (2007) Are floristic and edaphic patterns in
428 Amazonian rain forests congruent for trees, Pteridophytes and Melastomataceae? *Journal of Tropical Ecology*
429 23:13–25. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467406003889>
430
- 431 Schiatti J, Emilio T, Rennó CD, Drucker DP, Costa FRC, Nogueira A, Baccaro FB, Figueiredo FB, Castilho C,
432 Kinupp V, Guillaumet JL, Garcia AD, Lima A, Magnusson WE (2013) Vertical distance from drainage drives
433 floristic composition changes in an Amazonian rainforest, *Plant Ecology & Diversity* 7:241–253.
434 doi:10.1080/17550874.2013.783642
435
- 436 Suli GS (2004) Comparações empíricas entre medições multiespectrais de sistemas sensores e índice de área foliar
437 verde em floresta amazônica de transição. Dissertação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato
438 Grosso
439
- 440 Taiz L and Zeiger E (2004) *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre
441
- 442 Tuomisto H, Ruokolainen K, Kalliola R, Linna A, Danjoy W, Rodriguez Z (1995) Dissecting Amazonian
443 biodiversity. *Science* 269:63–66. doi: 10.1126/science.269.5220.63
444
- 445 Tuomisto H, Ruokolainen K, Aguilar M, Sarmiento A (2003) Floristic patterns along a 43-km long transect in an
446 Amazonian rain forest. *Journal of Ecology* 91:743–756. doi: 10.1046/j.1365-2745.2003.00802.x
447
- 448 Tuomisto H, Zuquim G, Cárdenas G (2014) Species richness and diversity along edaphic and climatic gradients
449 in Amazonia. *Ecography* 11:1034-1046
450
- 451 Vitousek PM and Sanford RL (1986) Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual Review of Ecology and*
452 *Systematics* 17: 137-167
453
- 454 Vourlitis GL, Priante Filho N, Hayashi MMS, Nogueira JS, Campelo Junior JH (2002) Seasonal variations in the
455 evapotranspiration of a transitional tropical forest of Mato Grosso, Brazil. *Water Resource Research* 38: 30.
456 doi: 10.1029/2000WR000122
457
- 458 Zuquim G (2006) Diversidade Beta da Comunidade de Pteridófitas de Florestas de Terra-Firme da Amazônia
459 Central. Dissertação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas
460
- 461 Zuquim G, Costa FRC, Prado J (2008) Tuomisto, H. Guide to the ferns and Lycophytes of REBIO Uatumã -
462 Central Amazonia- Manaus, INPA. Amazônia
463
- 464 Zuquim G, Costa FRC, Prado J, Braga-Neto R (2009) Distribution of Pteridophyte communities along
465 environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18:151–166.
466 doi: 10.1007/s10531-008-9464-7
467
- 468 Zuquim G, Tuomisto H, Costa FRC, Prado J, Magnusson WE, Pimentel, T., Braga-Neto R, Figueiredo FOG (2012)
469 Broad Scale Distribution of Ferns and Lycophytes along Environmental Gradients in Central and Northern
470 Amazonia, Brazil. *Biotropica* 44: 752-762
471
- 472 Zuquim G, Tuomisto H, Jones M, Prado J, Figueiredo FOG, Moulatlet GM, Costa FRC, Quesada CA, Emilio T
473 (2014) Predicting environmental gradients with fern species composition in Brazilian Amazonia. *Journal of*
474 *Vegetation Science* 25: 1195-1207
475
- 476 Winter SLS, Sylvestre LS, Prado J (2011) O gênero *Adiantum* (Pteridaceae) no estado do Rio de Janeiro, Brasil.
477 *Rodriguesia* 62:663-681

APÊNDICES

APÊNDICE A. Esquema de distribuição das parcelas dos módulos “I” e “II”, com duas trilhas paralelas no sentido Leste-Oeste de 5 km e seis trilhas paralelas no sentido Norte-Sul com 1 km de extensão (A); e módulo “III”, com duas trilhas (Leste-Oeste) de 3 km e quatro (Norte-Sul) de 1 km (B), sendo que cada ponto nos esquemas representam o início de uma parcela de 250 metros de extensão (Adaptado de Monteiro, 2011).



APÊNDICE B. Distribuição da comunidade de Fabaceae e herbáceas ao longo do gradiente Químico e granulométrico nas profundidades 0 - 10; 10 - 20 e 20 - 40 cm.

Abundâncias de Fabaceae	Abundâncias de herbáceas
Química	Granulométrico
00-10 - (<i>Pillai</i> = 0.18; $F_{3,21}$ = 1.57; P = 0.22)	00-10 - (<i>Pillai</i> = 0.19; $F_{3,21}$ = 1.69; P = 0.20)
10-20 - (<i>Pillai</i> = 0.10; $F_{3,21}$ = 0.83; P = 0.49)	10-20 - (<i>Pillai</i> = 0.22; $F_{3,21}$ = 2.01; P = 0.14)
20-40 - (<i>Pillai</i> = 0.12; $F_{3,21}$ = 1.01; P = 0.40)	20-40 - (<i>Pillai</i> = 0.18; $F_{3,21}$ = 1.54; P = 0.23)
Química	Granulométrico
00-10 - (<i>Pillai</i> = 0.14; $F_{3,21}$ = 1.20; P = 0.33)	00-10 - (<i>Pillai</i> = 0.06; $F_{3,21}$ = 0.52; P = 0.67)
10-20 - (<i>Pillai</i> = 0.17; $F_{3,21}$ = 1.43; P = 0.26)	10-20 - (<i>Pillai</i> = 0.31; $F_{3,21}$ = 3.25; P = 0.04)
20-40 - (<i>Pillai</i> = 0.09; $F_{3,21}$ = 0.66; P = 0.59)	20-40 - (<i>Pillai</i> = 0.19; $F_{3,21}$ = 1.60; P = 0.21)

APÊNDICE C. Tabela das características químicas e granulométricas do solo na profundidade de 00-10 cm nos módulos do PPBio, no município de Cláudia, Mato Grosso.

Módulo	Parcela	pH H ₂ O	P mg.dm ⁻³	K mg.dm ⁻³	cmol.dm ⁻³								MO g.cm ⁻³	Areia	Silte %	Argila		
					Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	H					SB	CTC
I	1	4.48	0.92	26.00	0.18	0.12	0.41	0.18	99.00	1.11	1.10	6.95	0.37	8.42	11.64	48.32	13.32	38.36
I	2	4.53	0.88	26.00	1.00	0.34	0.32	0.19	98.00	0.11	1.15	6.69	1.40	9.24	25.18	36.50	9.93	53.57
I	3	4.60	1.04	22.00	0.93	0.23	0.45	0.20	183.00	0.98	1.00	7.17	1.21	9.38	26.66	41.60	11.58	46.82
I	4	4.48	1.33	25.00	2.00	0.43	0.46	0.19	156.00	0.89	1.05	7.35	2.49	10.89	29.27	31.47	10.23	58.30
I	5	4.36	1.45	18.00	0.44	0.12	0.38	0.17	147.00	0.96	1.40	6.72	0.61	8.72	23.86	40.83	11.73	47.44
I	6	4.47	1.99	22.00	0.88	0.16	0.47	0.24	135.00	0.78	1.00	6.59	1.10	8.69	24.78	38.72	9.73	51.55
I	7	4.37	2.11	24.00	1.10	0.34	0.36	0.16	139.00	1.13	1.25	9.29	1.50	12.04	31.65	48.32	6.64	45.04
I	8	4.49	1.28	23.00	1.30	0.25	0.43	0.15	143.00	1.09	1.00	5.34	1.61	7.95	27.34	32.19	10.36	57.45
I	9	4.43	1.96	32.00	3.00	0.58	0.31	0.26	153.00	1.13	1.05	9.77	3.66	14.49	33.08	34.69	9.13	56.18
I	10	4.60	3.39	28.00	3.92	0.82	0.30	0.19	124.00	0.93	0.75	7.78	4.81	13.34	33.51	42.60	10.90	46.50
I	11	4.48	1.84	20.00	0.94	0.15	0.44	0.18	137.00	1.15	0.75	5.49	1.14	7.38	22.41	41.02	10.23	48.75
I	12	4.36	1.67	24.00	0.61	0.18	0.36	0.26	141.00	0.90	1.05	7.23	0.85	9.14	21.77	41.42	9.92	48.66
II	1	4.16	3.02	17.00	0.04	0.02	1.34	1.00	55.00	1.20	0.85	6.36	0.10	7.32	15.48	73.08	2.60	24.32
II	2	3.92	2.01	28.00	0.16	0.12	1.31	0.92	95.00	1.14	1.05	10.52	0.35	11.92	13.90	69.76	2.60	27.64
II	3	3.98	2.69	34.00	0.09	0.05	1.32	0.90	91.00	0.84	1.15	10.42	0.23	11.80	17.20	69.82	2.40	27.78
II	4	3.77	2.19	24.00	0.09	0.04	1.29	0.86	159.00	0.88	0.95	10.89	0.19	12.04	14.57	72.11	3.00	24.89
II	5	4.16	1.40	33.00	0.36	0.26	1.15	0.97	128.00	1.68	0.65	8.88	0.70	10.23	13.54	70.01	3.32	26.67
II	6	4.24	1.59	36.00	0.21	0.12	1.10	1.14	164.00	1.40	0.80	9.13	0.42	10.36	16.71	69.97	2.80	27.23
II	7	4.04	1.89	23.00	0.18	0.09	1.21	1.20	124.00	1.47	1.20	12.82	0.33	14.35	18.70	71.55	3.20	25.25
II	8	3.98	1.23	18.00	0.11	0.09	1.18	1.14	87.00	1.33	0.90	9.85	0.25	11.00	17.83	73.08	4.20	22.72
II	9	3.78	1.43	17.00	0.04	0.03	1.03	0.91	153.00	0.91	0.95	9.53	0.11	10.59	13.98	72.81	3.80	23.39
II	10	3.87	1.23	19.00	0.11	0.06	1.21	1.06	158.00	1.18	1.05	10.52	0.21	11.78	15.72	70.43	2.87	26.70
II	11	3.83	1.33	23.00	0.21	0.04	1.19	0.93	156.00	1.80	1.05	11.88	0.30	13.23	15.24	73.25	2.78	23.97
II	12	3.88	1.59	24.00	0.09	0.04	1.25	0.98	127.00	0.93	0.95	8.77	0.18	9.90	14.99	69.87	2.58	27.55
III	1	4.18	1.16	17.00	0.18	0.08	0.63	0.53	146.00	0.64	1.10	10.74	0.30	12.15	23.33	65.68	6.32	28.00
III	2	4.36	1.31	22.00	0.27	0.07	0.77	0.36	138.00	0.55	0.95	11.98	0.40	13.33	23.20	53.41	7.42	39.17
III	3	4.43	1.84	23.00	0.35	0.23	0.35	0.47	129.00	0.99	0.85	12.49	0.64	13.98	27.07	52.81	6.85	40.34
III	4	4.38	1.64	28.00	0.40	0.22	0.81	0.52	158.00	1.12	1.05	17.60	0.69	19.34	22.15	49.04	12.96	38.00
III	5	4.42	1.69	18.00	0.25	0.19	0.45	0.78	159.00	1.20	0.90	11.08	0.49	12.47	23.99	52.27	9.96	37.77
III	6	4.32	1.45	25.00	0.25	0.13	0.52	0.48	139.00	1.25	1.05	11.47	0.45	12.97	25.18	50.02	12.29	37.69
III	7	4.36	0.97	20.00	0.17	0.06	0.45	0.68	157.00	0.87	1.05	12.02	0.28	13.35	23.33	49.04	10.00	40.96
III	8	4.32	1.14	34.00	0.16	0.10	0.71	0.65	121.00	0.83	1.05	12.70	0.35	14.09	38.07	48.97	9.62	41.41

APÊNDICE D. Tabela das características químicas e granulométricas do solo na profundidade de 10-20 cm nos módulos do PPBio, no município de Cláudia, Mato Grosso.

Módulo	Parcela	pH	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	H	SB	CTC	MO	Areia	Silte	Argila
		H ₂ O	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	cmol.dm ⁻³								g.cm ⁻³	%	%	%		
I	1	4.57	1.16	14.00	0.45	0.24	0.34	0.15	135.00	0.91	0.95	5.96	0.73	7.64	10.35	31.64	16.68	51.68
I	2	4.60	1.00	17.00	0.75	0.21	0.33	0.17	110.00	0.99	0.95	6.06	1.00	8.01	22.41	29.70	11.03	59.27
I	3	4.59	0.97	16.00	0.42	0.11	0.34	0.18	174.00	1.10	0.85	6.43	0.57	7.85	20.61	48.73	9.25	42.02
I	4	4.58	1.04	7.00	0.72	0.22	0.41	0.23	157.00	0.93	0.80	5.62	0.96	7.38	19.71	49.50	9.73	40.77
I	5	4.50	0.74	13.00	1.00	0.12	0.37	0.20	178.00	0.88	1.10	5.71	1.16	7.97	21.12	48.90	8.46	42.64
I	6	4.60	1.35	9.00	0.36	0.09	0.42	0.18	163.00	0.89	0.70	5.04	0.47	6.21	18.58	39.50	9.13	51.37
I	7	4.56	1.89	15.00	0.40	0.19	0.33	0.23	142.00	1.09	1.05	6.71	0.63	8.39	22.02	44.96	6.68	48.36
I	8	4.52	1.67	16.00	0.30	0.05	0.42	0.13	124.00	1.11	0.85	5.73	0.39	6.97	20.22	34.70	11.63	53.67
I	9	4.52	2.19	23.00	0.90	0.16	0.36	0.29	149.00	1.02	0.85	6.39	1.11	8.36	20.48	25.86	9.96	64.18
I	10	4.55	1.59	21.00	0.79	0.13	0.33	0.29	159.00	0.84	0.75	6.18	0.98	7.91	21.89	41.32	11.53	47.15
I	11	4.57	1.38	18.00	1.49	0.36	0.48	0.16	154.00	0.86	0.70	4.89	1.89	7.49	20.22	48.77	14.72	36.51
I	12	4.51	1.26	19.00	0.36	0.05	0.35	0.27	136.00	1.09	0.80	5.69	0.46	6.95	18.70	49.84	10.69	39.47
II	1	4.35	2.16	12.00	0.06	0.01	1.32	0.96	72.00	0.90	0.80	6.69	0.10	7.59	14.99	66.40	5.96	27.64
II	2	4.23	1.07	14.00	0.13	0.03	1.27	0.74	99.00	1.22	0.90	8.90	0.20	10.00	12.71	66.40	9.28	24.32
II	3	4.23	1.55	20.00	0.05	0.03	1.35	0.75	99.00	1.00	1.05	9.84	0.13	11.02	16.22	66.54	7.50	25.96
II	4	4.13	1.31	16.00	0.05	0.03	1.25	0.73	146.00	1.27	1.05	7.25	0.12	8.42	12.85	68.51	8.00	23.49
II	5	4.24	1.16	17.00	0.20	0.06	1.12	0.88	141.00	1.90	0.70	8.28	0.30	9.28	12.95	67.40	7.74	24.86
II	6	4.31	1.19	13.00	0.09	0.03	1.09	0.81	155.00	1.66	0.70	8.56	0.15	9.41	16.09	66.58	6.93	26.49
II	7	4.23	1.26	15.00	0.12	0.03	1.16	1.21	99.00	1.28	0.90	10.13	0.19	11.21	17.58	67.21	8.97	23.82
II	8	4.16	0.97	13.00	0.07	0.04	1.08	1.21	135.00	0.96	0.85	8.13	0.15	9.13	17.58	69.76	5.96	24.28
II	9	4.14	1.35	12.00	0.07	0.04	1.10	0.87	165.00	0.99	0.80	8.59	0.14	9.54	11.99	69.96	6.95	23.09
II	10	4.14	1.40	13.00	0.09	0.03	1.25	1.12	134.00	1.21	0.85	8.54	0.15	9.55	13.91	66.87	8.41	24.72
II	11	4.04	1.09	17.00	0.06	0.04	1.16	0.78	136.00	1.62	1.05	9.27	0.15	10.47	14.98	70.98	7.51	21.51
II	12	4.13	1.11	16.00	0.03	0.00	1.21	0.77	131.00	0.81	0.70	6.24	0.07	7.01	13.66	65.62	6.93	27.45
III	1	4.39	0.69	13.00	0.08	0.04	0.83	0.63	159.00	0.85	0.85	8.00	0.15	8.99	20.73	62.36	6.32	31.32
III	2	4.42	1.04	15.00	0.12	0.03	0.61	0.55	141.30	0.74	0.75	10.14	0.19	11.08	19.71	51.27	8.01	40.72
III	3	4.46	1.21	16.00	0.20	0.08	0.47	0.63	132.00	1.04	0.65	11.06	0.32	12.03	22.94	49.86	9.46	40.68
III	4	4.39	0.88	26.00	0.10	0.04	0.33	0.66	161.00	1.32	1.00	13.43	0.21	14.63	20.86	46.39	9.64	43.97
III	5	4.50	1.99	15.00	0.16	0.07	0.57	0.55	149.00	1.40	0.80	10.09	0.27	11.16	20.35	44.31	11.45	44.24
III	6	4.40	1.04	16.00	0.16	0.05	0.60	0.51	124.00	1.33	0.80	10.77	0.25	11.82	23.20	45.14	12.91	41.95
III	7	4.45	1.04	15.00	0.07	0.05	0.39	0.71	153.00	0.90	0.75	10.00	0.16	10.92	22.11	32.36	13.32	54.32
III	8	4.43	1.47	19.00	0.08	0.04	0.65	0.49	128.00	0.76	0.75	10.68	0.17	11.61	20.86	33.16	12.29	54.55

APÊNDICE E. Tabela das características químicas e granulométricas do solo na profundidade de 20-40 cm nos módulos do PPBio, no município de Cláudia, Mato Grosso.

Módulo	Parcela	pH	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	H	SB	CTC	MO	Areia	Silte	Argila
		H ₂ O	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	cmol.dm ⁻³									g.cm ⁻³	%	%	%	
I	1	4.66	0.69	10.00	0.18	0.05	0.36	0.21	191.00	1.13	0.75	4.75	0.26	5.75	9.65	24.96	20.00	55.04
I	2	4.71	2.77	7.00	0.35	0.06	0.40	0.22	127.00	0.79	0.70	4.00	0.43	5.13	12.35	31.05	11.20	57.75
I	3	4.72	1.33	9.00	0.96	0.31	0.36	0.21	145.00	0.06	0.60	5.31	1.29	7.20	18.20	32.65	9.96	57.39
I	4	4.67	1.31	9.00	0.25	0.05	0.43	0.24	123.00	0.94	0.70	4.12	0.32	5.14	14.14	41.23	10.39	48.38
I	5	4.63	1.43	11.00	0.30	0.08	0.39	0.19	193.00	1.13	0.75	4.32	0.41	5.47	17.58	32.18	9.12	58.70
I	6	4.68	1.21	7.00	0.32	0.09	0.45	0.10	160.00	1.07	0.55	3.94	0.43	4.92	12.71	34.85	10.53	54.62
I	7	4.64	1.47	8.00	0.12	0.08	0.31	0.24	125.00	1.01	0.90	5.21	0.22	6.32	16.96	24.96	20.00	55.04
I	8	4.62	2.39	10.00	0.11	0.04	0.49	0.24	150.00	1.12	0.70	5.08	0.17	5.95	14.99	35.82	16.59	47.59
I	9	4.65	2.44	9.00	0.32	0.09	0.43	0.17	133.00	1.90	0.55	4.42	0.44	5.40	13.42	45.73	10.69	43.58
I	10	4.64	1.94	9.00	0.24	0.09	0.39	0.27	152.00	1.13	0.55	4.86	0.35	5.77	20.61	48.27	16.48	35.25
I	11	4.67	1.43	17.00	0.64	0.14	0.45	0.14	168.00	0.89	0.50	4.09	0.82	5.41	18.20	45.89	19.43	34.68
I	12	4.61	1.31	12.00	0.16	0.12	0.39	0.30	133.00	1.10	0.60	4.28	0.31	5.20	12.59	29.83	11.03	59.14
II	1	4.55	1.35	5.00	0.12	0.01	1.28	0.86	83.00	1.00	0.70	5.70	0.15	6.54	11.88	63.08	5.96	30.96
II	2	4.40	0.92	9.00	0.09	0.02	1.25	1.01	82.00	0.95	0.65	7.52	0.14	8.31	12.04	66.30	5.96	27.74
II	3	4.56	1.31	13.00	0.03	0.01	1.23	0.80	141.00	0.85	0.70	7.33	0.07	8.10	13.06	66.19	6.20	27.61
II	4	4.36	0.92	7.00	0.04	0.02	1.22	0.69	132.00	1.50	0.80	5.46	0.07	6.33	11.06	65.92	7.21	26.87
II	5	4.36	1.02	15.00	0.06	0.03	1.09	1.09	150.00	1.75	0.55	5.98	0.12	6.66	11.21	67.13	7.93	24.94
II	6	4.43	2.84	7.00	0.12	0.03	1.25	0.71	133.00	1.59	0.55	6.94	0.17	7.66	15.36	63.41	7.25	29.34
II	7	4.32	1.02	10.00	0.05	0.02	1.22	1.00	107.00	1.16	0.75	8.23	0.09	9.07	15.22	64.53	7.56	27.91
II	8	4.36	1.04	7.00	0.05	0.04	0.99	1.22	141.00	0.93	0.65	7.11	0.11	7.87	12.59	65.24	5.92	28.84
II	9	4.41	1.07	7.00	0.04	0.01	1.30	0.92	132.00	1.04	0.60	7.02	0.07	7.69	11.31	67.85	6.68	25.47
II	10	4.40	0.60	7.00	0.06	0.05	1.29	1.07	129.00	1.32	0.60	5.96	0.13	6.69	12.77	63.94	7.21	28.85
II	11	4.29	0.69	11.00	0.14	0.06	1.13	0.65	151.00	1.66	0.65	6.76	0.23	7.63	13.01	68.83	6.95	24.22
II	12	4.30	0.71	7.00	0.05	0.04	1.16	0.96	135.00	1.23	0.60	4.71	0.11	5.42	11.72	63.11	6.67	30.22
III	1	4.56	0.60	6.00	0.04	0.01	0.93	0.75	149.00	0.84	0.60	7.57	0.07	8.24	14.14	52.36	9.64	38.00
III	2	4.57	0.62	13.00	0.08	0.02	0.82	0.59	152.40	0.76	0.65	8.47	0.13	9.25	14.99	49.83	8.52	41.65
III	3	4.60	0.85	13.00	0.13	0.04	0.58	0.31	141.00	0.89	0.60	8.38	0.20	9.18	14.99	48.97	9.81	41.22
III	4	4.53	1.35	10.00	0.05	0.06	0.37	0.54	163.00	1.28	0.70	9.51	0.13	10.34	20.35	45.68	13.00	41.32
III	5	4.57	1.21	10.00	0.10	0.03	0.62	0.50	141.00	1.59	0.70	8.83	0.15	9.68	16.34	39.89	12.27	47.84
III	6	4.49	0.88	12.00	0.10	0.06	0.53	0.59	126.00	1.09	0.70	8.56	0.18	9.44	21.25	37.53	13.27	49.20
III	7	4.56	0.88	9.00	0.03	0.02	0.47	0.53	149.00	1.00	0.55	8.43	0.08	9.06	20.48	29.04	13.32	57.64
III	8	4.53	0.83	15.00	0.07	0.03	0.59	0.59	132.00	1.02	0.55	8.98	0.14	9.67	19.08	30.72	12.84	56.44

ANEXO

Normas para submissão do trabalho na Revista Plant and Soil (Print).

Plant and Soil (Print)

An International Journal

Editor-in-Chief: Hans Lambers

ISSN: 0032 – 079X (print)

Qualis A1 (Ciências Ambientais)

Link da Revista: <http://link.springer.com/journal/11104>

Instructions for Authors

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Title Page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s);
- A concise and informative title;
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s);
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author.

Abstract

The abstract should not exceed 200 words and should be divided into the following sections:

- Aims (stating the main purposes and research question)
- Methods
- Results (stating the main findings)
- Conclusions

For reviews and commentaries, the abstract sections can be amended to: Background, Scope and Conclusions.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

References

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329
- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086
- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London
- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- EndNote style (zip, 2 kB)

Tables

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork and Illustrations Guidelines

Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.
- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures,
- "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Resolution: 16:9 or 4:3
- Maximum file size: 25 GB
- Minimum video duration: 1 sec
- Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

Does Springer provide English language support?

Manuscripts that are accepted for publication will be checked by our copyeditors for spelling and formal style. This may not be sufficient if English is not your native language and substantial editing would be required. In that case, you may want to have your manuscript edited by a native speaker prior to submission. A clear and concise language will help editors and reviewers concentrate on the scientific content of your paper and thus smooth the peer review process.

The following editing service provides language editing for scientific articles in all areas Springer publishes in:

- Edanz English editing for scientists

Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication.

Please contact the editing service directly to make arrangements for editing and payment.

For Authors from China

文章在投稿前进行专业的语言润色将对作者的投稿进程有所帮助。作者可自愿选择使用Springer推荐的编辑服务，使用与否并不作为判断文章是否被录用的依据。提高文章的语言质量将有助于审稿人理解文章的内容，通过对学术内容的判断来决定文章的取舍，而不会因为语言问题导致直接退稿。作者需自行联系Springer推荐的编辑服务公司，协商编辑事宜。

For Authors from Japan

ジャーナルに論文を投稿する前に、ネイティブ・スピーカーによる英文校閲を希望されている方には、Edanz社をご紹介します。サービス内容、料金および申込方法など、日本語による詳しい説明はエダンググループジャパン株式会社の下記サイトをご覧ください。

- エダンググループジャパン

For Authors from Korea

영어 논문 투고에 앞서 원어민에게 영문 교정을 받고자 하시는 분들께 Edanz 회사를 소개해 드립니다. 서비스 내용, 가격 및

신청 방법 등에 대한 자세한 사항은 저희 Edanz Editing Global 웹사이트를 참조해 주시면 감사하겠습니다.

- Edanz Editing Global

Ethical Responsibilities of Authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

- The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”)).
- A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).
- No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
- No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.
- **Important note:** the journal may use software to screen for plagiarism.
- Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.
- Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.

In addition:

- Changes of authorship or in the order of authors are not accepted **after** acceptance of a manuscript.
- Requesting to add or delete authors at revision stage, proof stage, or after publication is a serious matter and may be considered when justifiably warranted. Justification for changes in authorship must be compelling and may be considered only after receipt of written approval from all authors and a convincing, detailed explanation about the role/deletion of the new/deleted author. In case of changes at revision stage, a letter must accompany the revised manuscript. In case of changes after acceptance or publication, the request and documentation must be sent via the Publisher to the Editor-in-Chief. In all cases, further documentation may be required to support your request. The decision on accepting the change rests with the Editor-in-Chief of the journal and may be turned down. Therefore authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission.
- Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

- If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.
- If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note.
- The author's institution may be informed.

Compliance with Ethical Standards

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

- Disclosure of potential conflicts of interest
- Research involving Human Participants and/or Animals
- Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

Disclosure of potential conflicts of interest

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- Honoraria for speaking at symposia
- Financial support for attending symposia
- Financial support for educational programs
- Employment or consultation
- Support from a project sponsor
- Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- Multiple affiliations
- Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

- [here](#):

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

- [Springer Open Choice](#)

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

- [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#)

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.