

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

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ANTRÓPICO NA  
ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA ACIMA DO SOLO NO SUL  
DA AMAZÔNIA**

**CAROLINE LUNARDELLI**

**SINOP, MATO GROSSO**  
**FEVEREIRO, 2016**

CAROLINE LUNARDELLI

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ANTRÓPICO NA  
ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA ACIMA DO SOLO NO SUL  
DA AMAZÔNIA**

Orientador: Dr. Domingos de Jesus Rodrigues

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.**

L961i Lunardelli, Caroline.

Influência de fatores ambientais e antrópico na estimativa de biomassa arbórea acima do solo no sul da Amazônia / Caroline Lunardelli. -- 2016

xiii, 42 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Domingos de Jesus Rodrigues.

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. Floresta Amazônica. 2. Manejo florestal. 3. Método indireto. 4. Mudanças climáticas. 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 : "Influência de fatores ambientais e antrópico na estimativa de biomassa arbórea acima do solo no sul da Amazônia"**

AUTOR : Mestranda CAROLINE LUNARDELLI

Dissertação defendida e APROVADA em 19/02/2016.

### Composição da Banca Examinadora:

---

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Domingos de Jesus Rodrigues	
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Interno	Doutor(a)	Flávia Rodrigues Barbosa	
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Externo	Doutor(a)	INGO ISERNHAGEN	
Instituição :		EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL	
Examinador Externo	Doutor(a)	Carolina Volkmer de Castilho	
Instituição :		EMBRAPA - SOLOS	

SINOP, 19/02/2016.

**Sinopse:**

Estimativas de biomassa arbórea viva acima do solo foram calculadas para três áreas com diferentes históricos de exploração madeireira, localizadas no Sul da Amazônia. Foram relacionadas variáveis ambientais (solos, distância do córrego) e antrópica (área basal explorada) para verificar a influência destas nas estimativas de biomassa.

**Palavras-chave:** Floresta Amazônica, exploração florestal, método indireto, mudanças climáticas.

Aos meus pais, **Elydomar Angelo e Maria  
Vanda Lunardelli**, pela compreensão,  
carinho, amor e apoio em  
todos os momentos,  
**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pela família, pelas bênçãos e oportunidades que tem colocado em meu caminho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop, a todos os professores pelos conhecimentos transmitidos, e aos colegas de turma.

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

Aos meus pais, Elydomar Angelo e Maria Vanda Lunardelli, que sempre me apoiaram em todos os momentos de minha vida, por todo amor, dedicação e orações para que eu pudesse alcançar meus objetivos, minha eterna gratidão! Vocês são as pessoas mais importantes da minha vida e eu devo tudo à vocês.

Aos meus irmãos, Guilherme e Renata Lunardelli pelo apoio e pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis. Ao meu sobrinho amado, Henrique, que é um anjo em minha vida, que com sua alegria deixa meus dias muito mais leves.

Aos meu avós Aurélio Lunardelli, Terezinha e Severino Prezotto (*in memoriam*) pelas lições de vida e ensinamentos deixados. À toda minha família que mesmo de longe sempre torceram pelo meu sucesso, em especial a minha querida vó, Luiza Lunardelli, que sempre fez muitas orações e sempre me incentivou a seguir em frente.

Ao meu orientador, Dr. Domingos de Jesus Rodrigues, que nos “45 minutos do segundo tempo” me recebeu de braços abertos, me incentivando e me apoiando, não medindo esforços para conclusão deste trabalho. Agradeço pelos puxões de orelha, pelas broncas e cobranças, com certeza esse período, apesar de curto, foi de grande crescimento em minha vida.

Ao Programa de Pesquisas em Biodiversidade - PPBio, pela infraestrutura e apoio no desenvolvimento dessa pesquisa e, à todos os bolsistas e voluntários que auxiliaram nas coletas deste trabalho. Pelo conhecimento adquirido, pelas amizades que conquistei durante as viagens de campo, histórias e aventuras que sempre lembrarei com muito carinho.

À todos os colegas, amigos, bolsistas e estagiários do Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM), que sempre me apoiaram e me auxiliaram em todos os momentos, desde a graduação até o mestrado.

Agradeço à Janinha que sempre muito paciente, me auxiliou no que fosse preciso, com um coração gigante, sempre arrumando tempo onde não tem para ajudar quem quer que seja.

À Lohraine pelas conversas e chás da tarde, obrigada pelas “gotas de ânimo”. Ao Milton, pelo apoio, pela paciência, auxílio com a estatística e às valiosas dicas para melhorar o trabalho. À Monique, que me acompanhou em todas as viagens de campo, sempre muito disposta e prestativa. Ao Marlus e ao Korpan pelo “café com risadas”, apoio e amizade de sempre.

Ao Costa (Docinho), pela paciência, sempre me socorrendo, tanto no entendimento das análises, quanto nas “chatices” do trabalho, como formatação, entre outros. Às “tchós” Franciane e Patrícia, que já eram minhas amigas, e durante o período do mestrado nossa amizade foi reforçada. À Enildes, ao Robson e à Eliana, que mesmo afastados pela correria a amizade sempre permaneceu.

À Luciane, que foi meu ombro amigo por muitas e muitas vezes, tenho certeza que não dividimos apenas um apartamento, dividimos nossas aflições, medos e alegrias. Que sempre com muita paciência me ouviu e me auxiliou no que fosse preciso, do início ao fim desta etapa.

À Juliane, pela amizade, pelos almoços de domingo com sua família, pela casa sempre à disposição, pelo apoio, paciência em todos os momentos. Pelas risadas e choros, enfim, por tudo que compartilhamos nesse período, serei sempre muito grata.

E à todos aqueles que de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e que torceram pela minha conquista.

Meu muito obrigada!!!

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores  
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas  
Se não houver folhas,  
Valeu a intenção da semente.”

(Henfil)

## RESUMO

Estimativas de biomassa arbórea são importantes para entender a produtividade primária líquida acima do solo, alocações de nutrientes e ciclos de carbono, dando suporte para tomada de decisões relacionadas à sustentabilidade da floresta. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fatores ambientais e antrópico nas estimativas de biomassa arbórea acima do solo. O estudo foi realizado em três áreas que passaram por exploração florestal, localizadas no Sul da Amazônia, no município de Cláudia, Mato Grosso. A biomassa arbórea foi estimada a partir de uma equação alométrica desenvolvida para a Amazônia. Foi avaliada a influência de fatores ambientais, como o solo, distância do córrego e antrópicos, como a área basal explorada sobre a estimativa de biomassa arbórea. A estimativa de biomassa arbórea média foi de  $155,40 \text{ Mg ha}^{-1} \pm 13,29$  (Intervalo de Confiança a 95%) por parcela. As três áreas não apresentaram diferença média nos valores de biomassa. As características físico-químicas do solo não apresentaram relação significativa com a biomassa arbórea. A área basal explorada, utilizada para avaliar a intensidade de exploração florestal, e a distância do córrego apresentaram relação negativa com a biomassa arbórea. A biomassa arbórea pode ser influenciada por diversos fatores ambientais como, o solo, estágios sucessionais, distúrbios naturais e/ou antrópicos que podem determinar a variabilidade na estrutura florestal. Portanto, há a necessidade de desenvolver pesquisas em outras áreas que passaram por processos de exploração florestal semelhante, para compreender os efeitos desta ação sobre a biomassa florestal.

**Palavras-Chave:** Floresta Amazônica, manejo florestal, método indireto, mudanças climáticas.

## ABSTRACT

Tree biomass estimation is used to understand the net primary productivity above the ground, nutrient allocations, and carbon cycle, supporting decision-making related to forest sustainability. This study aimed to estimate tree biomass above ground, and the influence of environmental and anthropogenic factors on the biomass variation. The study was conducted in three areas with different exploration that have gone through logging, located in the Southern Amazonia, in the municipality of Claudia, Mato Grosso State. Tree biomass was estimated using an allometric equation developed for the Amazonia biome. The influence of environmental factors such as soil, distance to stream and exploited basal area (anthropic factor) on the tree biomass estimation. The estimated average tree biomass was  $155.40 \text{ Mg ha}^{-1} \pm 13.29$  (bootstrapped 95% CI) per plot. Tree areas showed no difference in the average values of biomass. The physico-chemical soil characteristics showed no significant relationship with the tree biomass. The exploited basal area (used to evaluate the intensity of logging), and the distance to stream showed a negative relationship with the tree biomass. Tree biomass can be influenced by various environmental factors such as soil, successional stage, natural and/or anthropogenic disturbances that can determine the forest structure variability. Therefore, is necessary to developed research in other areas that have gone through similar logging processes to understand the effects of this action on forest biomass.

**Keywords:** Amazon rainforest, Forest management, indirect method, climate changes.

**SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
INTRODUÇÃO .....	14
MATERIAL E MÉTODOS .....	16
Área de Estudo.....	16
Coleta de Dados .....	18
Análise Estatística.....	20
RESULTADOS .....	21
DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
APÊNDICE A. ....	36
APÊNDICE B. ....	36
APÊNDICE C. ....	37
ANEXO A. ....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estimativa de biomassa arbórea acima do solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) por parcela, para os três módulos amostrados, localizados em Cláudia, Mato Grosso. ....	21
<b>Tabela 2.</b> Contribuição de cada classe diamétrica para a biomassa arbórea média estimada ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) nas áreas de estudo, em Cláudia, Mato Grosso. Valores em parênteses representam a porcentagem de biomassa arbórea estimada. ....	22
<b>Tabela 3.</b> Contribuição das variáveis físico-químicas do solo para a formação do eixo de ordenação (PCA) nas áreas amostradas, em Cláudia, Mato Grosso. Valores em negrito representam as variáveis com maior efeito sobre a formação do eixo. ....	23
<b>Tabela 4.</b> Resultado das regressões múltiplas relacionando a estimativa de biomassa arbórea de diferentes classes diamétricas com o solo (eixo 1 da PCA), com a área basal explorada (ABE) e a distância do córrego (Dist. córrego). Valores em negrito representam as variáveis que contribuíram significativamente para a variação de estimativa de biomassa arbórea de cada classe, para cada um dos modelos testados. ....	25

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa do Brasil, em destaque o Mato Grosso (a); Mapa do Mato Grosso e em destaque o município de Cláudia (b) e mapa do município de Cláudia evidenciando a localização dos sítios amostrados: Módulo I, Módulo II e Módulo III (c), sendo a área florestada (em branco) e a área convertida (em cinza)..... 17
- Figura 2.** Distribuição de frequência da estimativa de biomassa arbórea acima do solo para o módulo I (A), módulo II (B), módulo III (C) e para os três módulos (D), localizados no município de Cláudia, Mato Grosso. .... 22
- Figura 3.** Biomassa arbórea total estimada nas áreas de estudo, em Cláudia, Mato Grosso. Sendo: módulo I: floresta explorada em 2002; módulo II: floresta explorada em 1995 e módulo III: floresta explorada em 1981. O *outlier* corresponde a parcela que teve o maior valor de biomassa arbórea total estimada. .... 23
- Figura 4.** Relação parcial entre a biomassa arbórea estimada ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) e a área basal explorada ( $\text{m}^2 \text{ha}$ ), nos três módulos de pesquisa, em Cláudia, Mato Grosso. .... 24
- Figura 5.** Relações parciais entre a biomassa arbórea estimada da classe de árvores de  $\text{DAP} \geq 55 < 65 \text{ cm}$  com a área basal explorada (A) e com a distância do córrego (B). .... 25

## 1 **INTRODUÇÃO**

2 A importância das florestas tropicais no ciclo global do carbono deve-se a capacidade  
3 desse ecossistema em armazenar, absorver e emitir carbono para a atmosfera (BROWN;  
4 LUGO, 1992; MALHI; GRACE, 2000). A floresta Amazônica é a maior área contínua de  
5 floresta tropical úmida existente (HIGUCHI et al., 2006), sendo diferenciada por sua  
6 megabiodiversidade e seu potencial econômico madeireiro (FRANCEZ et al., 2007).  
7 Contudo, encontra-se ameaçada pela pressão antrópica gerada pela exploração desordenada de  
8 madeira (HOUGHTON, 2005). A combinação de ações, como o desmatamento acelerado e  
9 mudanças no uso da terra, como a conversão da floresta para o uso agrícola, contribuem para  
10 a liberação dos estoques de carbono contidos na vegetação e no solo para a atmosfera  
11 (FEARNSIDE et al., 1999) promovendo alterações climáticas local e global, como  
12 irregularidade de chuvas e elevação da temperatura (COX et al., 2000; MALHI et al., 2006).

13 A perda das florestas tropicais é preocupante, não somente devido à perda da  
14 biodiversidade (FEARNSIDE et al., 1999), mas também porque as florestas tropicais possuem  
15 papel vital no ciclo hidrológico, no clima e nos estoques terrestres de carbono (BROWN;  
16 LUGO, 1992). As alterações climáticas ameaçam a biodiversidade amazônica direta e  
17 indiretamente (BUSH et al., 2008). Para promover a sustentabilidade das florestas tropicais, é  
18 necessário conhecer como as mesmas renovam seus recursos, os processos de dinâmica de  
19 regeneração natural, os potenciais de produção madeireira e a contribuição delas para a  
20 regulação dos ciclos biogeoquímicos (HIGUCHI et al., 2006).

21 Mudanças no clima, como o aumento da temperatura e redução da precipitação,  
22 podem modificar a razão C:N (carbono: nitrogênio) nas folhas e galhos de plantas e reduzir as  
23 taxas de produção de biomassa em florestas tropicais (MALHI et al., 2006). O estresse  
24 fisiológico causado pela seca pode levar a uma queda na produtividade florestal e aumento da  
25 mortalidade de árvores (CLARK, 2004). Essa mortalidade pode alterar a complexidade  
26 estrutural da floresta e até mesmo sua composição, e com isso afetar a biodiversidade  
27 (LAURANCE et al., 2000), provocando alterações no clima local, regional e global (MALHI;  
28 WRIGHT, 2004).

29 A biomassa florestal desempenha um papel importante no ciclo global do carbono,  
30 principalmente nos dias atuais, cuja relevância é maior, devido aos debates sobre o papel que  
31 as florestas tropicais desempenham sobre as mudanças climáticas globais (GRACE, 2004).  
32 Aproximadamente 48% do peso seco da biomassa viva acima do solo é constituída de  
33 carbono (MALHI; GRACE, 2000) e a biomassa é importante para entender a produtividade

34 primária líquida acima do solo (BAKER et al., 2004; LAURANCE et al., 2006), alocações de  
35 nutrientes e ciclo de carbono, dando suporte para tomada de decisões relacionadas à  
36 sustentabilidade da floresta (NOGUEIRA et al., 2008) e avaliação da exploração racional dos  
37 recursos naturais (MALHI et al., 2006).

38 Através da quantificação da biomassa florestal e suas variações a longo do tempo é  
39 possível caracterizar a dinâmica de um ecossistema florestal. No entanto, a mensuração é  
40 processo difícil devido a diversidade de espécies arbóreas, densidades da madeira variadas,  
41 arquiteturas e diferentes formas de vida (CHAVE et al., 2004). As metodologias usadas  
42 atualmente para se obter estimativas de biomassa em áreas florestais são baseadas,  
43 principalmente, em dados de inventário florestal, empregando-se fatores e equações de  
44 biomassa, que transformam dados de diâmetro, altura ou volume em tais estimativas  
45 (NOGUEIRA et al., 2008). Higuchi e Carvalho Junior (1994) reportaram que os estudos para  
46 quantificação de biomassa florestal dividem-se em métodos diretos (determinação) e indiretos  
47 (estimativas). O método indireto para determinar a biomassa vegetal é mais rápido, além de  
48 permitir amostrar uma área maior e um maior número de indivíduos (NASCIMENTO;  
49 LAURANCE, 2002).

50 A partir de um método indireto, utilizando somente o diâmetro como variável  
51 independente é possível estimar a biomassa arbórea viva acima do solo. Apesar de pouco  
52 usadas, as equações alométricas representam um método necessário para avaliar inventários  
53 florestais de longo prazo (CHAVE et al., 2005; GRACE, 2004) e, através delas é possível  
54 estimar as emissões de carbono com as estimativas de biomassa. Isto facilita a compreensão  
55 dos processos ecológicos resultantes das mudanças de cobertura e uso da terra (MALHI,  
56 2010), permitindo o planejamento no uso do recurso natural.

57 Para entender a dinâmica e o estoque de biomassa florestal, e suas relações físico-  
58 químicas no ecossistema, é necessário avaliar a floresta em seus diversos compartimentos. Os  
59 estudos das propriedades físico-químicas do solo (CASTILHO et al., 2006), estrutura  
60 populacional e tipologia da vegetação (ANDRADE; HIGUCHI, 2009), além dos fatores  
61 climáticos (KAUFFMAN et al., 2009) servem para avaliar seus efeitos sobre a floresta e, o  
62 monitoramento dessas variáveis e dos atributos da floresta em parcelas permanentes é  
63 importante para entender a dinâmica florestal (SILVA et al., 2005).

64 Inúmeros fatores ambientais podem influenciar a biomassa arbórea, como o solo  
65 (TUOMISTO et al., 2003), estágios sucessionais (SALOMÃO et al., 1998), distúrbios  
66 naturais (NELSON, 1994) ou antrópicos, como a exploração seletiva de madeira  
67 (LAURANCE et al., 1997; NASCIMENTO; LAURANCE, 2002), podendo determinar a

68 variabilidade na estrutura florestal. Martins et al. (1998), relataram que o crescimento e o  
69 desenvolvimento das plantas são dependentes da condição física do solo e das variações  
70 integradas entre umidade, aeração e resistência do solo à penetração das raízes e, em longo  
71 prazo, as modificações provocadas durante as operações de manejo florestal alteram a  
72 qualidade do sítio florestal.

73 Um dos maiores responsáveis pela fragmentação na Amazônia é o processo da  
74 extração de madeira de forma destrutiva, acompanhada da abertura de estradas e áreas de  
75 pastagens em consequência da ação antrópica (UHL et al., 1997). Vários componentes do  
76 ecossistema podem ser afetados pela exploração florestal, como por exemplo, a estrutura e  
77 composição florística, a fauna e o solo (JOHNS, 1988; VIANNA; FEARNSSIDE, 2014). Para  
78 Higuchi et al. (1998), as estimativas de biomassa representam um importante indicador para  
79 monitorar e avaliar a exportação de nutrientes após a exploração florestal, na busca de  
80 minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

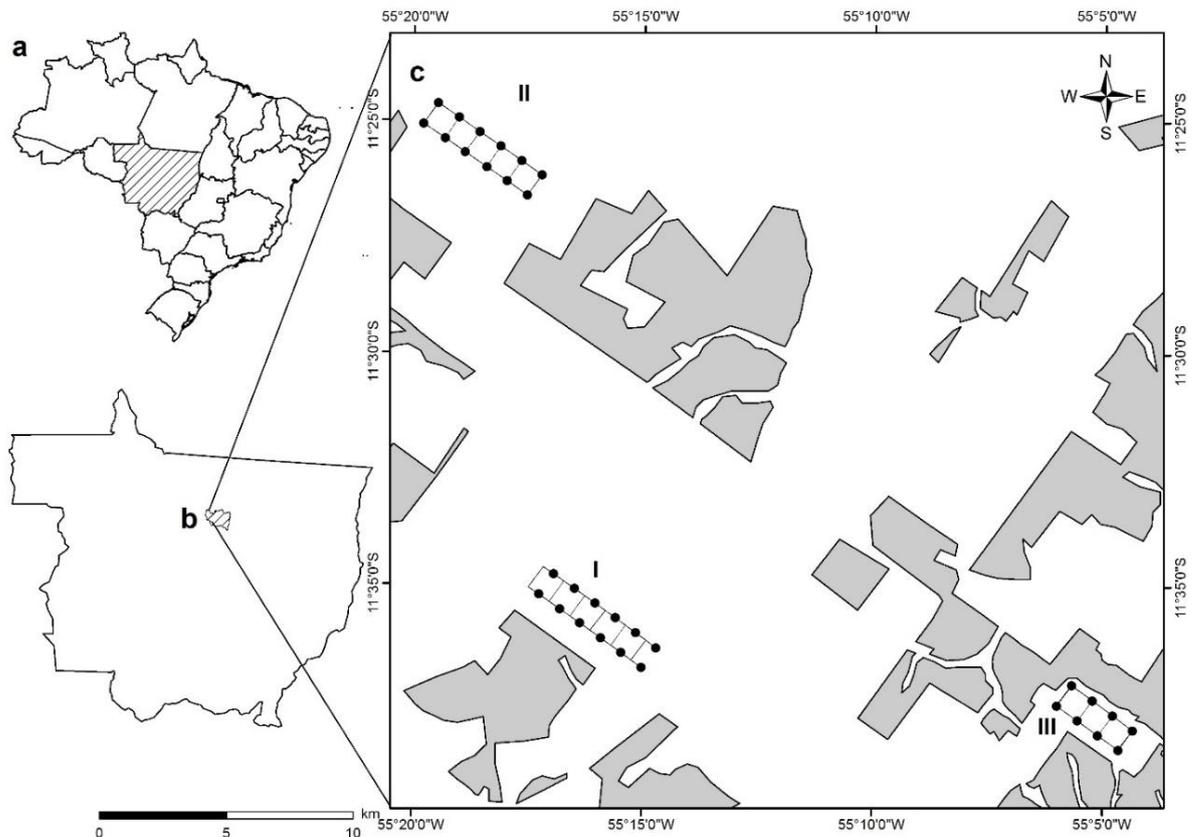
81 O Sul da Amazônia é uma região que sofre forte pressão do desmatamento e é  
82 popularmente conhecida como Arco do Desmatamento (NOGUEIRA et al., 2007).  
83 Considerando o reduzido número de estudos envolvendo estimativas de biomassa em áreas  
84 que passaram por perturbação antrópica, este estudo apresenta os seguintes objetivos: 1-  
85 Estimar a biomassa arbórea acima do solo em áreas com diferentes históricos de exploração  
86 florestal e tempo de pousio. 2- Avaliar a influência de fatores ambientais (altitude, abertura de  
87 dossel, volume de serapilheira, distância do córrego e características físico-químicas do solo)  
88 e antrópico (área basal explorada) na variação de biomassa arbórea acima do solo.

## 89 MATERIAL E MÉTODOS

### 90 Área de Estudo

91 O estudo foi realizado em três áreas localizadas no Sul da Amazônia, no município de  
92 Cláudia, MT (Figura 1), entre julho de 2009 e setembro de 2010. As áreas fazem parte da rede  
93 de pesquisas ecológicas de longa duração do Programa de Pesquisa em Biodiversidade  
94 (PPBio). As áreas de estudo estão localizadas na Fazenda Continental (módulo I: 11°34' S;  
95 55°17' W; módulo II: 11°24' S; 55°19' W) e Fazenda Iracema (módulo III: 11°34' S; 55°05'  
96 W). Os módulos apresentam diferentes históricos de exploração e tempo de pousio pós-  
97 exploratório, sendo explorados em 1981, 1995 e 2002 (módulo III, II e I, respectivamente). Os  
98 módulos I e II foram explorados conforme os princípios atuais do Plano de Manejo Florestal  
99 Sustentável (PMFS – Decreto Nº 1.282/1994), onde as operações de manejo tiveram duração  
100 de dois anos, e foram realizadas pela mesma equipe de exploração. O módulo III não possui

101 indícios de grandes perturbações. Esta área teve corte restrito de madeira, sendo *Swietenia*  
 102 *macrophylla* King (Mogno) a única espécie explorada.



103 **Figura 1.** Mapa do Brasil, em destaque o Mato Grosso (a); Mapa do Mato Grosso e em destaque o município de  
 104 Cláudia (b) e mapa do município de Cláudia evidenciando a localização dos sítios amostrados: Módulo I,  
 105 Módulo II e Módulo III (c), sendo a área florestada (em branco) e a área convertida (em cinza).

106 A vegetação dos três módulos é classificada como Floresta Estacional Sempre-Verde  
 107 (IBGE, 2012), com espécies características de floresta de transição Amazônia-Cerrado, como  
 108 *Brosimum lactescens* S. Moore (Leiteiro), *Protium sagotianum* Marchand (Amescla) e  
 109 *Tovomita schomburgkii* Planch. & Triana (Jenipapo) (PRIANTE-FILHO et al., 2004). O solo  
 110 predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (RADAMBRASIL, 1980),  
 111 característico da região amazônica, apresentando baixa fertilidade natural e alta acidez  
 112 (VITOUSEK; SANFORD, 1986).

113 O clima da região, de acordo com o sistema de Köppen, é classificado como Am:  
 114 quente e úmido, com chuvas do tipo monçônico, uma transição entre o clima equatorial super-  
 115 úmido (Af) da Amazônia e o tropical úmido (Aw) do Planalto Central (ALVARES et al.,  
 116 2013). A temperatura média anual situa-se em torno de 24 °C. São caracterizadas duas  
 117 estações, sendo uma chuvosa, que ocorre de outubro a abril e concentra 80% das precipitações  
 118 e uma seca, que varia de maio a setembro, apresentando, nesse período, meses consecutivos

119 com precipitação abaixo de 60 mm. A precipitação pluviométrica média anual na região é de  
120 2.000 mm (VOURLITIS et al., 2004).

### 121 **Coleta de Dados**

122 Os módulos I e II (12 parcelas cada) formam um sistema de trilhas de 1x5 km,  
123 totalizando 5 km<sup>2</sup>. O módulo III (oito parcelas) é composto por um sistema de trilhas de 1x3  
124 km, totalizando 3 km<sup>2</sup>, devido ao menor tamanho da área. Em cada intersecção de trilhas foi  
125 instalada uma parcela permanente (40x250 m), distantes 1 km entre si, seguindo a cota  
126 altimétrica para minimizar as variações de altitude, tipo e características do solo (Veja  
127 metodologia RAPELD; MAGNUSSON et al., 2005). Os dados utilizados neste trabalho  
128 foram cedidos pela equipe da estrutura da vegetação do PPBio – NRS (Núcleo Regional  
129 Sinop).

130 No interior de cada parcela, árvores foram marcadas e tiveram seus diâmetros à altura  
131 do peito (DAP) mensurados, para posteriormente, serem utilizados para a estimativa de  
132 biomassa arbórea. Essa mensuração foi realizada conforme o Manual de Estrutura da  
133 Vegetação para medição e marcação de árvores em grades e módulos RAPELD (PPBio,  
134 2014). As árvores foram amostradas em três faixas, de acordo com seu tamanho (Apêndice  
135 A). Na primeira faixa foram amostradas árvores com  $DAP \geq 1$  cm em uma área de 0,1 ha (4 x  
136 250 m); na segunda árvores com  $DAP \geq 10$  cm em uma área de 0,5 ha (20 x 250 m); e na  
137 terceira árvores com  $DAP \geq 30$  cm, totalizando 1 ha (40 x 250 m).

138 A biomassa arbórea acima do solo foi estimada para cada uma das 32 parcelas  
139 pertencentes aos três módulos, a partir da mensuração do diâmetro à altura do peito (DAP,  
140 correspondente a 1,30 m acima do solo) de árvores com diâmetro  $\geq 5$  cm. A medição dos  
141 diâmetros foi realizada de acordo com o tamanho das árvores. Os indivíduos com  $DAP < 6$   
142 cm foram medidos com um paquímetro, posicionando-o no sentido do maior diâmetro. Já  
143 para indivíduos com  $DAP > 6$  cm foi utilizado uma fita diamétrica (Forestry Suppliers,  
144 modelo 283D). Nas árvores com sapopemas, o diâmetro foi medido cerca de 50 cm acima do  
145 final da sapopema. Em troncos com irregularidades, o ponto de medida foi deslocado para  
146 cima, buscando seções mais cilíndricas do caule.

147 A equação alométrica utilizada para estimar a biomassa arbórea acima do solo foi  
148 desenvolvida por Nogueira et al. (2008), para a região Sul da Amazônia com dados coletados  
149 de indivíduos com  $DAP \geq 5$  cm, em quatro localidades com características florestais  
150 semelhantes: Carlinda, Cotriguaçu e Juruena no Mato Grosso, e Novo Progresso no Pará.

151 Essa equação adota somente o DAP como variável de entrada, em um modelo simples que  
 152 calcula a biomassa seca acima do solo de cada indivíduo, em Kg ha<sup>-1</sup> (Equação 1).

$$153 \quad Biomassa = \exp(-1,716 + 2,413 * \ln(DAP)) \text{ (Equação 1)}$$

154 Sendo: Biomassa = peso seco da biomassa (Kg),

155 ln = logaritmo natural,

156 DAP = diâmetro à altura do peito (cm)

157

158 Para verificar a influência da exploração florestal na estimativa de biomassa, foi  
 159 utilizada a área basal explorada (ABE). A melhor variável seria o volume de madeira  
 160 explorado, no entanto, esta informação não foi disponibilizada pelos proprietários das áreas. A  
 161 partir de uma varredura no interior de cada parcela, a base das árvores exploradas (tocos) foi  
 162 mensurada com auxílio de uma fita diamétrica. Tocos que se encontravam em avançado  
 163 estágio de decomposição não foram medidos (apenas 5% dos tocos foram encontrados nessa  
 164 condição), por não permitirem o reconhecimento de seu formato original. A partir do diâmetro  
 165 da base destes indivíduos foi possível calcular a área basal explorada (Equação 2).

$$166 \quad ABE = \frac{\Sigma(\pi * d^2)}{4} \text{ (Equação 2)}$$

167 Sendo: ABE = área basal explorada (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>),

168  $\pi = 3,141593$ ,

169 d = diâmetro à altura da base (m)

170

171 As coletas de solos foram realizadas no interior de cada parcela, na profundidade 0-10  
 172 cm e coletadas em cinco pontos, distanciados 50 m entre si. Para cada parcela as amostras  
 173 foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta. As mesmas foram  
 174 acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas para laboratório de análise  
 175 de solo, para determinar a textura (proporção de areia, silte e argila) e a composição química  
 176 (macro e micronutrientes) seguindo a metodologia da EMBRAPA (1999).

177 A altitude do terreno foi medida com o auxílio de estação total e GPS 60CSx MAP  
 178 (altímetro) no início de cada parcela, pois esta acompanha o nível topográfico do ponto zero  
 179 em toda a sua extensão. O volume da serapilheira (litros) foi obtido por meio da média de  
 180 cinco pontos avaliados a cada 50 m dentro de cada parcela, coletando toda a serapilheira  
 181 contida numa área de 1 m<sup>2</sup>. O material foi colocado em um recipiente de 10 L (graduado em  
 182 100 ml) e pressionado com força moderada por três vezes com o auxílio de uma prensa de  
 183 madeira, obtendo-se o volume de serapilheira para cada ponto.

184 A abertura de dossel, que é considerada uma medida indireta de luz que chega ao sub-  
 185 bosque, foi obtida utilizando-se um esferodensímetro côncavo, em cinco pontos por parcela  
 186 a cada 50 m. Em cada ponto, a medida foi realizada quatro vezes seguindo as direções

187 cardeais (Norte-Sul e Leste-Oeste). Posteriormente, a média dos pontos foi multiplicada por  
188 1,04 (fator de correção do aparelho) para se obter a abertura de dossel (%) para cada parcela.  
189 As medições foram realizadas pelo mesmo operador nos períodos de maior incidência dos  
190 raios solares no sub-bosque da floresta (10 às 14 h).

191 A distância da parcela ao córrego mais próximo foi calculada com o auxílio do  
192 Programa Arc-Gis, plotando-se sobre o mapa hidrográfico da área de estudo as coordenadas  
193 geográficas do início, meio e fim de cada parcela. Com a utilização da ferramenta medidas do  
194 programa foi estabelecida a distância de cada ponto, em linha reta, ao córrego mais próximo  
195 e, posteriormente, foi calculada a distância média de cada parcela ao córrego mais próximo.

### 196 **Análise Estatística**

197 A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada para verificar a existência de  
198 diferenças médias na estimativa de biomassa arbórea entre os três módulos. O teste Shapiro-  
199 Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Apenas as variáveis biomassa  
200 arbórea estimada e área basal explorada não apresentaram distribuição normal e foram  
201 logaritimizadas. Foi utilizado teste de Mantel para verificar a autocorrelação espacial entre a  
202 localização das parcelas e os valores de estimativa de biomassa. Este procedimento é  
203 frequentemente usado para correlacionar a variável ‘distância’ com outra variável qualquer,  
204 que neste caso foi a biomassa. As estimativas de biomassa arbórea foram relacionadas com as  
205 variáveis ambientais, perturbação antrópica e solo através de análise de regressão múltipla.

206 Para redução da dimensionalidade dos gradientes encontrados na estrutura do solo foi  
207 realizada a Análise de Componentes Principais (PCA), com as variáveis do solo mineral (pH  
208 (H<sub>2</sub>O), P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup>, porcentagem de silte e  
209 porcentagem de argila). Com base nos estudos de Castilho et al. (2006), foi utilizado as  
210 variáveis edáficas do solo mineral, sendo que os compostos orgânicos como carbono e  
211 nitrogênio, por exemplo, são derivados da vegetação. Dessa forma, é possível avaliar o efeito  
212 do solo sem a influência direta da vegetação. A maior parte da variação dos dados foi  
213 capturada pelo primeiro eixo da ordenação (PCA1), com 43,5%, e este foi utilizado nas  
214 análises de regressão múltipla, representando as características físico-químicas do solo.

215 Através do teste de correlação de Spearman, as variáveis foram testadas para verificar  
216 a colinearidade entre elas, variáveis com valores acima de 0,4 foram excluídas do modelo. As  
217 variáveis altitude, serapilheira e abertura de dossel não foram utilizadas no modelo de  
218 regressão múltipla, por apresentarem alta colinearidade (Apêndice B). Desta forma, o modelo  
219 para avaliar a estimativa de biomassa nas áreas estudadas usou a área basal explorada, a

220 distância do córrego mais próximo e o PCA1 (características físico-químicas do solo) como  
 221 variáveis independentes. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R (R  
 222 CORE TEAM, 2015).

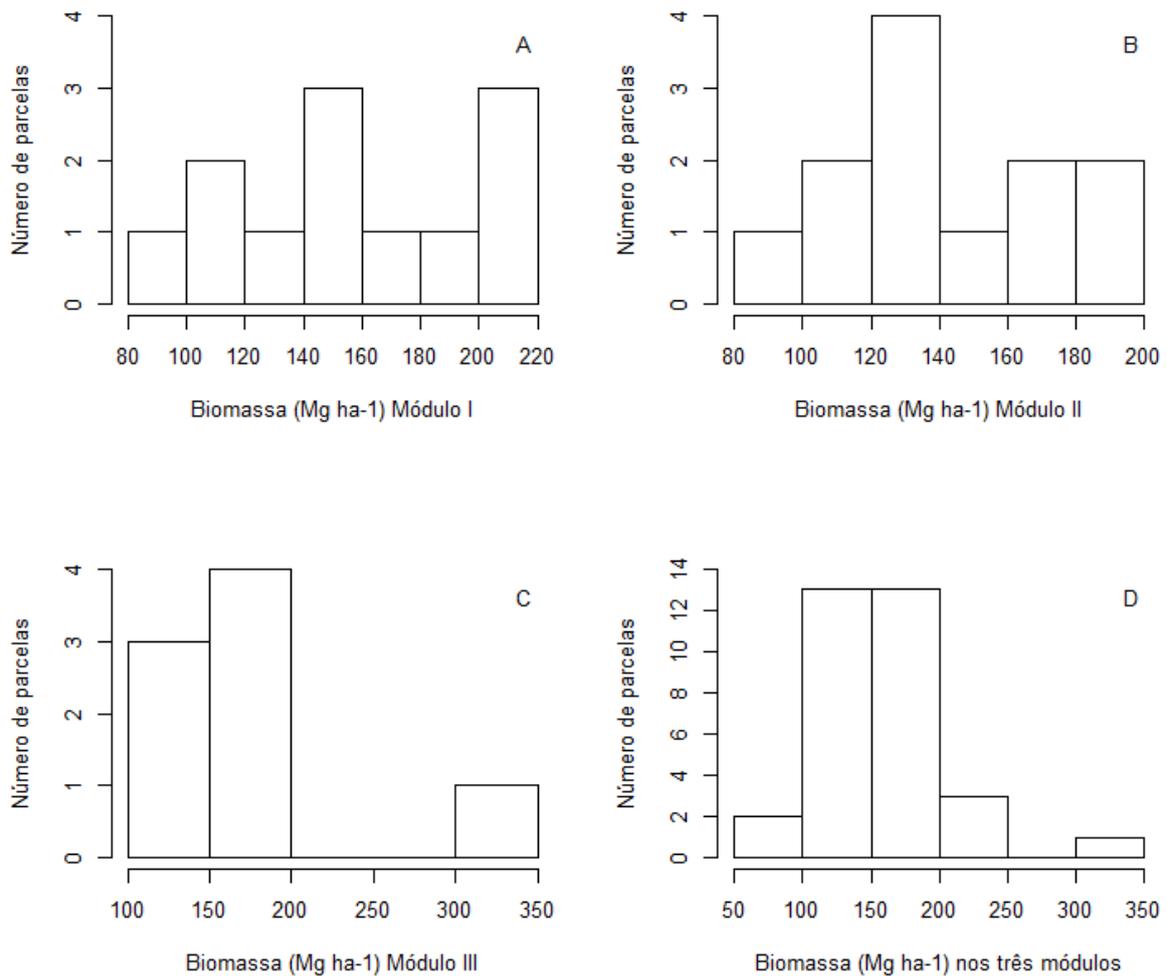
## 223 RESULTADOS

224 A biomassa arbórea média estimada nos três módulos foi de  $155,40 \text{ Mg ha}^{-1} \pm 13,29$   
 225 IC (intervalo de confiança a 95%) por parcela, variando de 87,18 a  $320,34 \text{ Mg ha}^{-1}$ . O módulo  
 226 III apresentou a maior biomassa arbórea média estimada ( $168,88 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), seguido pelos  
 227 módulos I e II. No entanto, o módulo I apresentou o maior valor de biomassa arbórea total  
 228 estimada ( $1.885,26 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), seguido dos módulos II e III (Tabela 1).

229 **Tabela 1.** Estimativa de biomassa arbórea acima do solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) por parcela, para os três módulos amostrados,  
 230 localizados em Cláudia, Mato Grosso.

Parcela	Estimativa de Biomassa ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )		
	Módulo I (Explorado em 2002)	Módulo II (Explorado em 1995)	Módulo III (Explorado em 1981)
1	144,38	187,33	163,89
2	151,81	173,27	118,79
3	176,74	116,69	320,34
4	201,11	193,89	138,75
5	209,76	159,40	164,50
6	87,18	130,59	123,94
7	131,70	90,91	154,59
8	119,84	170,49	166,21
9	101,84	136,57	-
10	190,71	138,14	-
11	219,74	116,49	-
12	150,45	122,77	-
<b>Total</b>	<b>1.885,26</b>	<b>1.736,54</b>	<b>1.351,01</b>
<b>Média</b>	<b><math>157,11 \pm 21,4 \text{ IC}</math></b>	<b><math>144,71 \pm 17,5 \text{ IC}</math></b>	<b><math>168,88 \pm 34,4 \text{ IC}</math></b>

231 As estimativas de biomassa variaram para as áreas amostradas. No módulo I a maioria  
 232 das parcelas apresentou valores de biomassa arbórea entre  $140$  e  $160 \text{ Mg ha}^{-1}$  e entre  $200$  e  
 233  $220 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Figura 2A). No módulo II a maioria das parcelas apresentou valores de  
 234 biomassa arbórea entre  $100$  e  $140 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Figura 2B). Para o módulo III a maioria das  
 235 parcelas apresentou valores de biomassa entre  $100$  e  $200 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Figura 2C). Nos três  
 236 módulos mais de 25 parcelas apresentaram valores de biomassa arbórea estimada entre  $100$  e  
 237  $200 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Figura 2D).



238 **Figura 2.** Distribuição de frequência da estimativa de biomassa arbórea acima do solo para o módulo I (A),  
 239 módulo II (B), módulo III (C) e para os três módulos (D), localizados no município de Cláudia, Mato Grosso.

240 A classe de árvores com  $DAP \geq 5 < 15$  cm concentrou o maior número de indivíduos  
 241 nos três módulos, porém representou apenas 6,3%, 7,2% e 6,3% (respectivamente o módulo I,  
 242 II e III) da biomassa arbórea estimada. Nos módulos I e III, a classe de árvores com  $DAP > 65$   
 243 cm contribuiu para os maiores valores de biomassa arbórea estimada (33,5% e 30,9%,  
 244 respectivamente). Para o módulo II, a classe de árvores com  $DAP \geq 35 < 45$  cm teve a maior  
 245 contribuição, com 18,9% da biomassa arbórea estimada (Tabela 2).

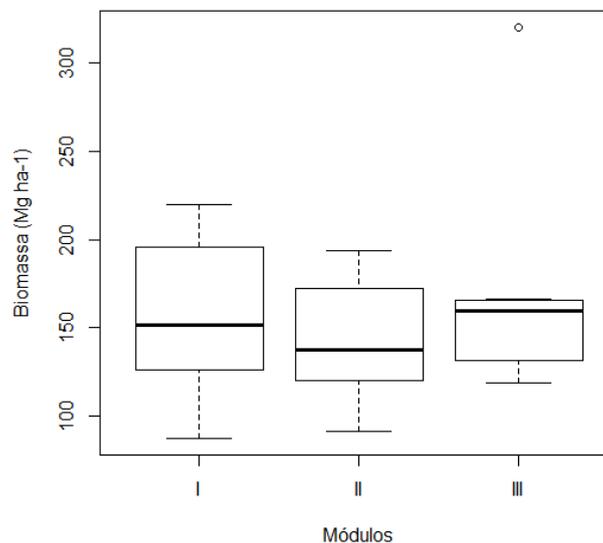
246 **Tabela 2.** Contribuição de cada classe diamétrica para a biomassa arbórea média estimada ( $Mg\ ha^{-1}$ ) nas áreas de  
 247 estudo, em Cláudia, Mato Grosso. Valores em parênteses representam a porcentagem de biomassa arbórea  
 248 estimada.

Classe DAP (cm)	Módulo I		Módulo II		Módulo III	
	Biomassa ( $Mg\ ha^{-1}$ )	Nº de indivíduos	Biomassa ( $Mg\ ha^{-1}$ )	Nº de indivíduos	Biomassa ( $Mg\ ha^{-1}$ )	Nº de indivíduos
$\geq 5 < 15$	9,87 (6,3%)	2097	10,46 (7,2%)	2287	10,58 (6,3%)	1480
$\geq 15 < 25$	23,23 (14,8%)	1251	20,85 (14,4%)	1123	21,25 (12,6%)	772
$\geq 25 < 35$	20,01 (12,7%)	372	23,62 (16,4%)	425	23,56 (14,0%)	290

**Tabela 2.** Continuação...

≥ 35 < 45	22,20 (14,1%)	208	27,33 (18,9%)	256	25,82 (15,2%)	159
≥ 45 < 55	18,31 (11,6%)	101	23,15 (15,9%)	128	21,44 (12,7%)	77
≥ 55 < 65	10,91 (7,0%)	37	13,17 (9,2%)	48	13,98 (8,3%)	33
> 65	52,58 (33,5%)	61	26,11 (18,0%)	43	52,25 (30,9%)	49
<b>Total</b>	<b>157,11</b>	<b>4.127</b>	<b>144,71</b>	<b>4.310</b>	<b>168,88</b>	<b>2.860</b>

249 O teste de Mantel mostrou que não existe autocorrelação espacial entre a localização  
 250 das parcelas e a biomassa arbórea estimada ( $p = 0,48$ ). Portanto, os módulos foram analisados  
 251 conjuntamente. Os três módulos não apresentaram diferença significativa da biomassa arbórea  
 252 (ANOVA  $F_{2,29} = 0,68$ ;  $p = 0,51$ ; Figura 3). A parcela 3 do módulo III, teve o maior valor de  
 253 biomassa (*outlier*) e, o resultado não foi alterado excluindo essa parcela da análise (ANOVA  
 254  $F_{2,28} = 0,41$ ;  $p = 0,67$ ).



255 **Figura 3.** Biomassa arbórea total estimada nas áreas de estudo, em Cláudia, Mato Grosso. Sendo: módulo I:  
 256 floresta explorada em 2002; módulo II: floresta explorada em 1995 e módulo III: floresta explorada em 1981. O  
 257 *outlier* corresponde a parcela que teve o maior valor de biomassa arbórea total estimada.

258 As características físico-químicas do solo variaram entre os módulos estudados  
 259 (Apêndice C). O primeiro eixo da ordenação obtido pela Análise de Componentes Principais  
 260 (PCA1) explicou 43,5% da variação nas características físico-químicas do solo. O pH (H<sub>2</sub>O),  
 261 Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>+</sup>, porcentagem de silte e porcentagem de argila foram as variáveis do solo que  
 262 tiveram maior influência na formação do eixo (Tabela 3).

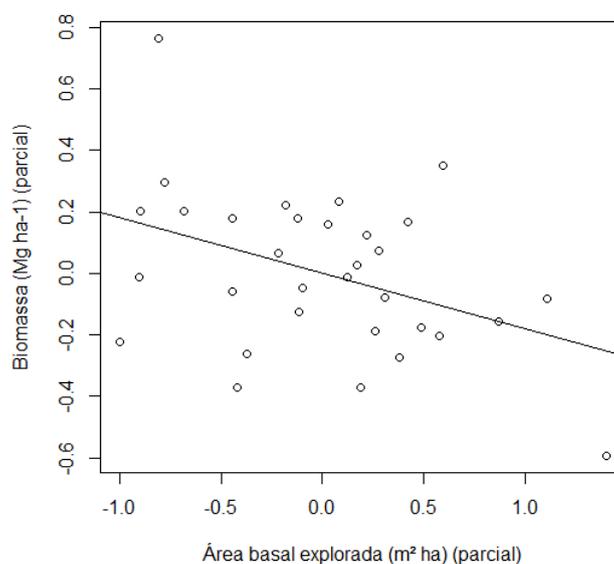
263 **Tabela 3.** Contribuição das variáveis físico-químicas do solo para a formação do eixo de ordenação (PCA) nas  
 264 áreas amostradas, em Cláudia, Mato Grosso. Valores em negrito representam as variáveis com maior efeito sobre  
 265 a formação do eixo.

Variáveis do solo	Contribuição para eixo (PCA1)
pH (H <sub>2</sub> O)	<b>-0,38</b>
Fósforo (P)	0,02
Potássio (K <sup>+</sup> )	-0,02

**Tabela 3.** Continuação...

Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	-0,30
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	-0,30
Zinco (Zn <sup>2+</sup> )	<b>0,39</b>
Cobre (Cu <sup>+</sup> )	<b>0,39</b>
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	-0,10
Manganês (Mn <sup>2+</sup> )	0,18
Alumínio (Al <sup>3+</sup> )	-0,05
Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	0,16
Silte	<b>-0,36</b>
Argila	<b>-0,40</b>

266 O modelo de regressão múltipla relacionando a área basal explorada, distância do  
 267 córrego e o eixo PCA1, não foi significativo para explicar a variação nas estimativas de  
 268 biomassa arbórea nas áreas amostradas ( $R^2 = 0,20$ ;  $P = 0,08$ ). O eixo 1 da PCA e a distância  
 269 do córrego não explicaram a variação na biomassa arbórea ( $t = -1,578$ ,  $P = 0,13$ ;  $t = -0,751$ ,  $P$   
 270  $= 0,46$ , respectivamente). Entretanto, a biomassa arbórea foi relacionada negativamente com a  
 271 área basal explorada ( $t = -2,370$ ,  $P = 0,02$ ; Figura 4).



272 **Figura 4.** Relação parcial entre a biomassa arbórea estimada (Mg ha<sup>-1</sup>) e a área basal explorada (m<sup>2</sup> ha), nos três  
 273 módulos de pesquisa, em Cláudia, Mato Grosso.

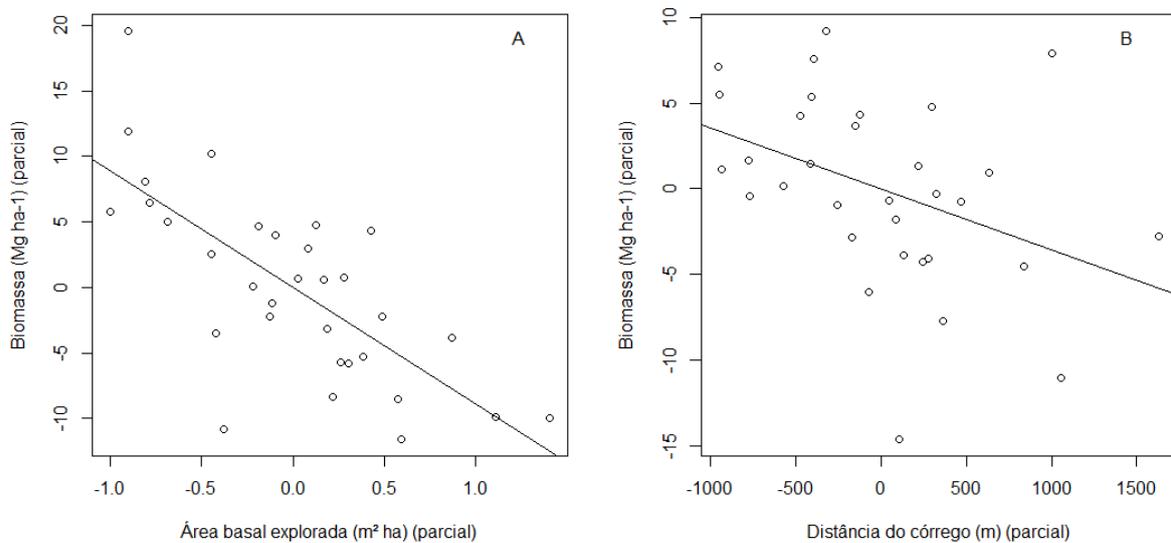
274 A biomassa arbórea estimada por classe diamétrica apresentou diferentes respostas às  
 275 variáveis testadas (Tabela 4). Somente uma das sete classes diamétricas apresentou relação  
 276 significativa com as variáveis avaliadas.

277 **Tabela 4.** Resultado das regressões múltiplas relacionando a estimativa de biomassa arbórea de diferentes  
 278 classes diamétricas com o solo (eixo 1 da PCA), com a área basal explorada (ABE) e a distância do córrego  
 279 (Dist. córrego). Valores em negrito representam as variáveis que contribuíram significativamente para a variação  
 280 de estimativa de biomassa arbórea de cada classe, para cada um dos modelos testados.

Classes diamétricas (cm)	PCA1	ABE	Dist. córrego	R <sup>2</sup>	P
≥ 5 < 15	0,096	-0,336	0,000	0,06	0,612
≥ 15 < 25	-0,644	-2,060	-0,001	0,14	0,219
≥ 25 < 35	0,000	-0,000	-0,000	0,12	0,314
≥ 35 < 45	0,269	-4,962	-0,002	0,20	0,086
≥ 45 < 55	0,032	-1,583	-0,000	0,17	0,150
≥ 55 < 65	-0,328	<b>-8,914**</b>	<b>-0.003*</b>	0,60	<b>&lt;0.001</b>
> 65	-0,000	-0,000	0,000	0,11	0,354

281 Os valores representam o coeficiente padrão, associados com cada variável preditora. \* P<0,05; \*\* P<0,001

282 O modelo utilizando a classe de árvores com  $55 \geq \text{DAP} < 65$  cm apresentou relação  
 283 negativa com a área basal explorada e a distância do córrego ( $P < 0,001$  e  $P = 0,026$ ,  
 284 respectivamente; Figura 5A e 5B). Este modelo explicou 60% da variação da biomassa  
 285 arbórea para esta classe de diâmetro.



286 **Figura 5.** Relações parciais entre a biomassa arbórea estimada da classe de árvores de  $\text{DAP} \geq 55 < 65$  cm com a  
 287 área basal explorada (A) e com a distância do córrego (B).

## 288 DISCUSSÃO

289 As estimativas de biomassa arbórea encontradas neste estudo foram menores que as  
 290 reportadas em outros trabalhos realizados na região Amazônica. Segundo estudos de  
 291 Houghton et al. (2001) estimativas de biomassa para a floresta Amazônica brasileira variam  
 292 de 95 a 413 Mg ha<sup>-1</sup>, dependendo da localização do estudo, metodologia empregada e  
 293 tamanho da área amostrada. Contudo, é necessário avaliar, dentro de uma mesma

294 fitofisionomia, diferentes áreas, para compreender como ocorre a variação de biomassa  
295 arbórea, já que a mesma se apresenta diferente conforme o tipo florestal.

296 Estudos realizados por Malhi et al. (2006) a partir de dados de 227 parcelas,  
297 apresentaram um mapa com estimativas de biomassa para diversas regiões da Amazônia. Os  
298 mesmos relataram que a bacia Amazônica apresenta valores de biomassa arbórea variando de  
299 250 a 350 Mg ha<sup>-1</sup>. Através de inventários e coleta por método destrutivo, Nogueira et al.  
300 (2008) encontraram uma biomassa média de 253,8 Mg ha<sup>-1</sup> em áreas de floresta sem histórico  
301 de perturbação, em quatro localidades no Sul da Amazônia. Esses valores são superiores aos  
302 encontrados em nosso estudo. Fearnside (2006) afirma que em florestas secundárias, como as  
303 de nosso estudo, a taxa de crescimento é mais lenta, resultando em taxas menores de  
304 biomassa, quando comparado com florestas primárias. A ordem de grandeza de biomassa nos  
305 estágios sucessionais ou de regeneração decorre do fato de que nos estágios iniciais há a  
306 ocorrência de indivíduos de menor diâmetro e altura (WATZLAWICK et al., 2002) e,  
307 possivelmente, menor biomassa arbórea, o que é visivelmente encontrado na maioria das  
308 parcelas estudadas.

309 Estudo realizado na Amazônia Central por Castilho et al. (2006), utilizando a mesma  
310 metodologia de presente estudo, apresentou uma biomassa arbórea média de 319,9 ± 45,3 Mg  
311 ha<sup>-1</sup>, variando de 196,2 a 419,5 Mg ha<sup>-1</sup>. Laurance et al. (1999) estimaram a biomassa na  
312 mesma localidade de Castilho et al. (2006) e encontraram uma média de 356 ± 47 Mg ha<sup>-1</sup>,  
313 variando de 231 a 492 Mg ha<sup>-1</sup>. Na Amazônia Oriental, Keller et al. (2001) apresentaram  
314 valores de biomassa variando entre 222 a 270 Mg ha<sup>-1</sup>, com valor médio de 253,5 Mg ha<sup>-1</sup>.  
315 Nosso estudo teve valores de biomassa arbórea abaixo de todos os estudos citados. Essa  
316 diferença entre os valores de biomassa encontrados, demonstra a grande variação entre os  
317 tipos florestais da Amazônia, conforme relatado por Brown e Lugo (1992) e, parte desta  
318 variação pode ser atribuída a diferenças locais tais como, solo, topografia (SOMBROEK,  
319 2001) e altura do lençol freático (DAVIDSON et al., 2000). Portanto, as estimativas de  
320 biomassa encontradas em estudos na Amazônia não podem ser generalizadas para todo o  
321 bioma, uma vez que o mesmo pode ser dividido em até 26 regiões fenológicas (SILVA et al.,  
322 2013), demonstrando a grande heterogeneidade deste bioma (DAVIDSON et al., 2012).

323 A partir de técnicas de sensoriamento remoto, Saatchi et al. (2007) realizaram  
324 previsões de biomassa baseadas em um banco de dados de 544 parcelas e fizeram uma  
325 extrapolação para toda a bacia amazônica. Segundo estes autores, as estimativas médias de  
326 biomassa variaram de acordo com cada tipo de floresta. Sendo: floresta densa 272,5 Mg ha<sup>-1</sup>;  
327 de bambu 212 Mg ha<sup>-1</sup>; seca/liana 188 Mg ha<sup>-1</sup>; decídua/sazonal 225,6 Mg ha<sup>-1</sup>; e várzea 248

328 Mg ha<sup>-1</sup>. Para floresta aberta, a qual corresponde nossa área de estudo, os autores relataram  
329 uma biomassa média em torno de 200 Mg ha<sup>-1</sup>. O presente estudo pode ser classificado como  
330 uma representação local e o trabalho acima citado uma estimativa regional, ignorando o  
331 gradiente de condições e recursos, o que dificulta possíveis comparações.

332 Nos três módulos, indivíduos de grande porte (maior DAP) ocorreram em menor  
333 número, mas foram responsáveis pelos maiores valores de biomassa, com os indivíduos de  
334 diâmetro acima de 65 cm representando os maiores valores para os módulos I e III. No  
335 módulo II, a maior parte da biomassa arbórea foi encontrada na classe de indivíduos com  
336  $35 \geq \text{DAP} < 45$  cm. Em estudos realizados no Pará, Keller et al. (2001) encontraram a maior  
337 parte da biomassa nas classes de diâmetro intermediárias, entre 35 e 75 cm. Conforme Vianna  
338 e Fearnside (2014) a biomassa está correlacionada positivamente com o diâmetro, quanto  
339 maior a árvore, maior será o seu DAP e, conseqüentemente, será maior o valor de biomassa.  
340 Deste modo, a biomassa acima do solo é constituída de poucas árvores de grande porte, que  
341 representam a maior fração da biomassa total e algumas árvores menores, que juntas  
342 constituem uma pequena fração (BROWN et al., 1995).

343 A biomassa florestal é proporcional ao número de indivíduos, à área basal e à  
344 densidade da madeira das espécies encontradas. Na bacia Amazônica, essas três variáveis são  
345 influenciadas pelo tipo de solo, radiação solar e pluviosidade (NOGUEIRA et al., 2007, 2008;  
346 MALHI et al., 2006). A densidade da madeira varia inversamente à fertilidade do solo, à  
347 frequência de distúrbios naturais, à disponibilidade de luz no sub bosque e à umidade  
348 (NOGUEIRA et al., 2005). No Sul e no Sudoeste da Amazônia brasileira, florestas abertas e  
349 naturalmente perturbadas tendem a ter maior número de árvores de crescimento rápido com  
350 madeira menos densa e menor número de indivíduos por hectare. Uma vez que há uma maior  
351 abertura de dossel ocorre uma maior penetração de luz quando comparado à floresta densa.  
352 Nestas florestas, a precipitação anual é menor e o período seco é mais longo do que na porção  
353 Central e Oeste da Amazônia (VIANNA; FEARNSIDE, 2014). A região do presente estudo é  
354 caracterizada por solos mais pobres e menor pluviosidade em relação à floresta encontrada na  
355 Amazônia Central, acarretando em menor número de indivíduos e com menor densidade de  
356 madeira, contribuindo para menores valores de biomassa.

357 Os três módulos apresentaram diferentes características físico-químicas do solo  
358 (Apêndice C). Os módulos I e III são caracterizados por teores de argila mais elevados  
359 quando comparado ao módulo II, que apresenta teores elevados de areia, e isso pode ter  
360 influenciado a biomassa arbórea, pois o mesmo (módulo II) foi o que apresentou os menores  
361 valores de biomassa. Porém, a variável edáfica não teve relação estatisticamente significativa

362 com os valores de biomassa arbórea nas áreas de estudo. Silver et al. (2000) afirmaram que  
363 nos trópicos os nutrientes geralmente têm pouca relação com a biomassa arbórea, entretanto, a  
364 textura do solo pode influenciar direta ou indiretamente uma cadeia de relações entre matéria  
365 orgânica, íons e drenagem do solo (FEARNSIDE; LEAL-FILHO, 2001). Castilho et al.  
366 (2006) sugeriram que em solos férteis, ou seja, mais favoráveis ao crescimento de plantas, é  
367 esperado um maior valor de biomassa florestal, independente da composição de espécies.

368 As estimativas de biomassa arbórea quando analisadas de acordo com a classe  
369 diamétrica, apresentaram diferentes respostas às variáveis testadas (Tabela 4). A classe de  
370  $55 \geq \text{DAP} < 65$  cm teve influência negativa das variáveis área basal explorada e distância do  
371 córrego. Ferri (1979), afirma que o crescimento diamétrico das árvores ocorre pelo acúmulo  
372 dos produtos decorrentes da fotossíntese e que esse acúmulo é fortemente influenciado pelas  
373 condições do ambiente, principalmente as condições hídricas. De acordo com Sinclair et al.  
374 (2005), a redução da água disponível no solo para a planta influencia negativamente o seu  
375 crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, árvores deste diâmetro que se encontram mais  
376 distantes de córregos, podem ter sido afetadas pela disponibilidade hídrica, decorrente da  
377 maior distância do córrego e, também, pela pequena quantidade de córregos nos módulos  
378 amostrados.

379 A exploração madeireira pode afetar a biomassa de floresta tropical (NASCIMENTO;  
380 LAURANCE, 2002), assim como as diferentes intensidades de exploração e os distintos  
381 períodos de exploração também podem afetar a biomassa. A exploração modifica a estrutura  
382 do dossel florestal, altera a composição florística do povoamento, reduzindo o número de  
383 espécies tolerantes à sombra e estimulando o crescimento de espécies heliófilas (SILVA et al.,  
384 1999). O módulo III, com maior tempo de pousio (explorado no ano de 1981), foi a área que  
385 apresentou o maior valor de biomassa média por parcela. Enquanto os outros dois módulos, I  
386 e II, com menor tempo de pousio (explorados nos anos de 2002 e 1995), passaram por  
387 métodos de exploração seletiva, tendo um número maior de espécies exploradas apresentaram  
388 menores valores médios de biomassa. Os menores valores de biomassa para os módulos I e II,  
389 podem sugerir que a floresta ainda encontra-se em regeneração, com predominância de  
390 indivíduos de menor porte, contribuindo para o menor valor de biomassa arbórea. Áreas que  
391 passaram por exploração florestal estão mais sujeitas a formação de clareiras (PEREIRA et  
392 al., 2005) e, conseqüentemente, possuem indivíduos de menor porte, implicando em menor  
393 biomassa arbórea.

394 A variável área basal explorada utilizada para avaliar a intensidade de exploração,  
395 apresentou influência negativa sobre a biomassa arbórea nas áreas de estudo. Segundo

396 Gerwing e Vidal (2002), o manejo pode reduzir a biomassa florestal, ou o estoque de carbono  
397 da floresta em 20% logo após a exploração. Em áreas manejadas sob regime de maior impacto  
398 onde são utilizadas máquinas para arraste, há a tendência de redução no número de indivíduos  
399 oriundos da regeneração natural nos primeiros anos após a exploração florestal, com posterior  
400 aumento no número de indivíduos, até a retomada ao número antes da ação antrópica  
401 (CARNEIRO, 2010).

402 Em estudo realizado por Oliveira et al. (2005) verificaram modificações significativas  
403 tanto na estrutura da floresta, quanto na composição de espécies, em áreas com tempo de  
404 pousio de 21 anos. O futuro estoque de biomassa pode ser comprometido, caso os impactos  
405 sobre a regeneração natural e sobre os danos aos indivíduos remanescentes sejam superiores à  
406 capacidade de regeneração da floresta (VIANNA; FEARNISIDE, 2014). Na Amazônia  
407 Oriental, Vidal et al. (2002) observaram que o desempenho das árvores foi melhor na área  
408 colhida com manejo, quando comparado à área colhida sem manejo, indicando que esta  
409 prática pode ser benéfica à floresta quando realizada de forma correta. Por esses motivos, é  
410 importante a utilização de técnicas adequadas de extração de madeira, seguindo as  
411 recomendações do manejo sustentável.

## 412 **CONCLUSÕES**

413 As estimativas de biomassa arbórea encontradas apresentaram valores semelhantes nas  
414 áreas estudadas, mesmo possuindo diferentes históricos de exploração e tempo de pousio, e  
415 ainda apresentando características edáficas diferentes entre os módulos. Os valores de  
416 biomassa encontrados são inferiores aos reportados por outros estudos desenvolvidos na  
417 Amazônia, isso pode ser atribuído às diferentes fitofisionomias encontradas neste domínio  
418 fitogeográfico. Dentre as variáveis testadas, a área basal explorada (representando a influência  
419 antrópica) e a distância do córrego afetaram negativamente a biomassa arbórea. As  
420 características físico-químicas do solo não apresentaram relação significativa em função das  
421 estimativas de biomassa arbórea.

## 422 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 423 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.;  
424 SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische**  
425 **Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.  
426  
427 ANDRADE, E. A.; HIGUCHI, N. Produtividade de quatro espécies arbóreas de terra firme da  
428 Amazônia central. **Acta Amazonica**, v.39, p.105-112, 2009.  
429  
430 BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; DI FIORE, A.;  
431 ERWIN, T.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. L.;

- 432 LEWIS, S. L.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; NÚÑEZ VARGAS, P.; PITMAN, N. C.  
433 A.; SILVA, J. N. M. & VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R. Increasing biomass in Amazonian forest  
434 plots. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, v.359, p.353-  
435 365, 2004.
- 436  
437 BROWN, S.; LUGO, A. E. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the  
438 Brazilian Amazon. **Interciencia**, v.17, n.1, p.8-18, 1992.
- 439  
440 BROWN, I. F.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; FERREIRA, C.  
441 A. C.; VICTORIA, R. A. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: an example from  
442 Rondonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, n.75, p.175-189. 1995.
- 443  
444 BUSH, M. B.; SILMAN, M. R.; McMICHAEL, C.; SAATCHI, S. Fire, climate change and  
445 biodiversity in Amazonia: a Late-Holocene perspective. **Philosophical Transactions of the**  
446 **Royal Society**, n.363, p.1975-1802, 2008.
- 447  
448 CASTILHO, C. V.; MAGNUSSON, W. E.; ARAÚJO, R. N. O.; LUIZÃO, R. C. C.;  
449 LUIZÃO, F. J.; LIMA, A.; HIGUCHI, N. Variation in aboveground tree live biomass in a  
450 central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. **Forest Ecology and**  
451 **Management**, v.234, n.1, p.85-96, 2006.
- 452  
453 CARNEIRO, V. M. C. **Composição Florística e Estrutural da Regeneração Natural em**  
454 **uma Floresta Manejada no Município de Itacoatiara (AM)**. Tese de Doutorado, Instituto  
455 Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 160 p., 2010.
- 456  
457 CHAVE, J., CONDIT, R.; AGUILAR, S.; HERNANDEZ, A.; LAO, S.; PEREZ, R. Error  
458 propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. **Philosophical Transactions of**  
459 **the Royal Society Biological Sciences**, v.359, p.409-420, 2004.
- 460  
461 CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M. A.; CHAMBERS, J. Q.; EAMUS, D.;  
462 FÖLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J. -P.; PUIG, H.;  
463 RIÉRA, B.; YAMAKURA, T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and  
464 balance in tropical forests. **Oecologia**, v.145, n.1, p.87-99, 2005.
- 465  
466 CLARK, D. Sources or sinks? The responses of tropical forests to current and future climate  
467 and atmospheric composition. **Philosophical Transactions of the Royal Society**  
468 **Biological Science**, n.359, p.477-491, 2004.
- 469  
470 COX, P. M.; BETTS, R. A.; JONES, C. D.; SPALL, S. A.; TOTTERDELL, I. J. Acceleration  
471 of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. **Nature**, v.408,  
472 n.6809, p.184-187, 2000.
- 473  
474 DAVIDSON, E. A.; VERCHOT, L. V.; CATTÂNIO, J. H.; ACKERMAN, I. L.;  
475 CARVALHO, J. E. M. Effects of soil water content on soil respiration in forests and cattle  
476 pastures of eastern Amazonia. **Biogeochemistry**, n.48, p.53-69, 2000.
- 477  
478 DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.;  
479 BUSTAMANTE, M. M. C.; COE, M. T.; DEFRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.;  
480 MUNGER, W.; SCHROEDER, W.; SOARES-FILHO, B. S.; SOUZA, C. M.; WOFYSY, S. C.  
481 The Amazon basin in transition. **Nature**, n.481, p.321-328, 2012.

- 482 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de**  
483 **Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília - DF, 1ª Ed. 371 p., 1999.  
484
- 485 FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A.; FILHO, N. L.; RODRIGUES, F. J. A.;  
486 ROBINSON, J. M. Tropical forest burning in Brazilian Amazonia: measurement of biomass  
487 loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira, Pará. **Forest Ecology and**  
488 **Management**, n.123, p.65-79, 1999.  
489
- 490 FEARNSIDE, P. M.; LEAL FILHO, N. Soil and development in Amazonia: Lessons from the  
491 Biological Dynamics of Forest Fragment Project. *In*: Bierregaard Jr., R.; GASCON, C.;  
492 LOVEJOY, T.E. & MESQUITA, R.C.G. (Eds.). **Lessons from Amazonia: The ecology and**  
493 **conservation of a fragmented forest**. Yale University Press. p.291-312, 2001.  
494
- 495 FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. Manaus,  
496 **Acta Amazônia**, v.36, n.3, p.395-400, 2006.  
497
- 498 FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. Ed. Pedagógica, v.2, 2ª edição, São Paulo, 401p., 1979.  
499
- 500 FRANCEZ, L. M. D. B.; CARVALHO, J. O. P. DE; JARDIM, F. C. D. S. Mudanças  
501 ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de  
502 floresta de Terra firme na região de Paragominas, PA. **Acta Amazonica**, v.37, n.2, p.219-228,  
503 2007.  
504
- 505 GRACE, J. Understanding and managing the global carbon cycle. **Journal of Ecology**, n.92,  
506 p.189-202, 2004.  
507
- 508 GERWING, J.; VIDAL, E. **Degradação de Florestas pela Exploração Madeireira e Fogo**  
509 **na Amazônia**. Imazon: Série Amazônia N° 20, Belém, PA. 26p., 2002.  
510
- 511 HIGUCHI, N; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies  
512 arbóreas da Amazônia, *In*: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO<sub>2</sub>– UMA NOVA  
513 OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de  
514 Janeiro: CVRD, p.125-145, 1994.  
515
- 516 HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte  
517 aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta**  
518 **Amazonica**, v.28, n.2, p.153-166, 1998.  
519
- 520 HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; TEIXEIRA, L. M.; LIMA, A. J. N. O mercado internacional de  
521 madeira tropical está à beira do colapso. **SBPN** (São Paulo), v.1-2, p.33-41, 2006.  
522
- 523 HOUGHTON, R. A.; LAURENCE, K. T.; HACKERS, J. L.; BROWN, S. The spatial  
524 distribution of forest biomass in Brazilian Amazon: a comparison of estimates. **Global**  
525 **Change Biology**, v.7, p.731-746, 2001.  
526
- 527 HOUGHTON, R. A. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. **Global**  
528 **Change Biology**, v.11, p.945-958, 2005.  
529
- 530 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico**  
531 **da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 2012, 271p.

- 532 JOHNS, A. D. Effects of selective logging on rain forest structure and composition and some  
533 consequences for frugivores and folivores. **Biotropica**, v.20, n.1, p.31-37, 1988.  
534
- 535 KAUFFMAN, J. B.; HUGHES, R. F.; HEIDER, C. Carbon pool and biomass dynamics  
536 associated with deforestation, land use, and agricultural abandonment in the neotropics.  
537 **Ecological Applications**, v.19, p.1211-1222, 2009.  
538
- 539 KELLER, M.; PALACE, M.; HURTT, G. Biomass estimation in the Tapajos National Forest,  
540 Brazil - examination of sampling and allometric uncertainties. **Forest Ecology  
541 and Management**, v.154, p.371-382, 2001.  
542
- 543 LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE-MERONA, J.;  
544 GASCON, C.; LOVEJOY, T. E. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. **Science**,  
545 v.278, p.1117-1118, 1997.  
546
- 547 LAURANCE, W. F.; FEARNSIDE, P. M.; LAURANCE, S. G.; DELAMONICA, P.;  
548 LOVEJOY, T. E.; RANKIN-DE-MERONA, J. M.; CHAMBERS, J.; GASCON, C.  
549 Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. **Forest  
550 Ecology and Management**, v.118, p.127-138, 1999.  
551
- 552 LAURANCE, W. F.; DELAMÔNICA, LAURANCE, S. G., VASCONCELOS, H. L.;  
553 LOVEJOY, T. E. Conservation - Rainforest fragmentation kills big trees. **Nature**, v.404,  
554 p.836, 2000.  
555
- 556 LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A.;  
557 RIBEIRO, J. E. L. S.; GIRALDO, J. P.; LOVEJOY, T. E.; CONDIT, R.; CHAVE, J.;  
558 HARMS, K. E.; D'ANGELO, S. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian  
559 forest fragments. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v.103,  
560 n.50, p.19010-19014, 2006.  
561
- 562 MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.;  
563 CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. RAPELD: a modification of the Gentry method for  
564 biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v.5, p.21-26,  
565 2005.  
566
- 567 MALHI, Y.; GRACE, J. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. **Trends in Ecology  
568 and Evolution**, v.15, n.8, p.332-337, 2000.  
569
- 570 MALHI, Y.; WRIGHT, J. Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical  
571 rainforest regions. **Philosophical Transaction of the Royal Society B Biological  
572 Science**. v.359, p.311-329, 2004.  
573
- 574 MALHI, Y.; WOOD, D.; BAKER, T. R.; WRIGHT, J.; PHILLIPS, O. L.; COCHRANE, T.;  
575 MEIR, P.; CHAVE, J.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T.;  
576 LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D.  
577 A.; VARGAS, P. N.; PITMAN, N. C. A.; QUESADA, C. A.; SALOMÃO, R.; SILVA, J. N.  
578 M.; LEZAMA, A. T.; TERBORGH, J.; MARTÍNEZ, R. V.; VINCETI, B. The regional  
579 variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. **Global Change  
580 Biology**, v.12, p.1107-1138, 2006.

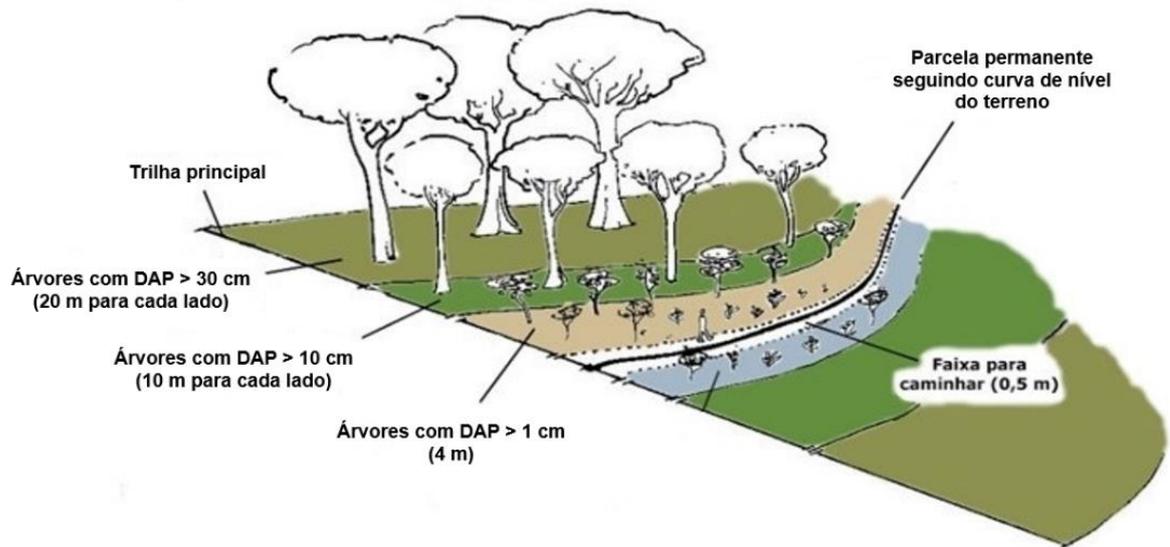
- 581 MALHI, Y. The carbon balance of tropical forest regions, 1990-2005. **Current**  
582 **Opinion in Sustainability Science**, v.2, n.4, p.237-244, 2010.  
583
- 584 MARTINS, S. S.; COUTO, L.; TORMENA, C. A.; MACHADO, C. C. Impactos da  
585 exploração madeireira em florestas nativas sobre alguns atributos físicos do solo.  
586 **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.22, n.1, p.69-76, 1998.  
587
- 588 NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Total aboveground biomass in central  
589 Amazonian rainforests: A landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, v.168,  
590 n.1-3, p.311-321, 2002.  
591
- 592 NELSON, B.W. Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon. **Remote**  
593 **Sensing Reviews**, v.10, p.105-125, 1994.  
594
- 595 NOGUEIRA, E. M., NELSON, B. W., FEARNSSIDE, P. M. Wood density in dense forest in  
596 central Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.208, p.261-286, 2005.  
597
- 598 NOGUEIRA, E. M.; FEARNSSIDE, P. M.; NELSON, B. W.; FRANÇA, M. B. Wood density  
599 in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from  
600 land-use change in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.248, p.119-135, 2007.  
601
- 602 NOGUEIRA, E. M.; FEARNSSIDE, P.; NELSON, B. W.; BARBOSA, R. I.; KEIZER, E. W.  
603 H. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and  
604 adjustments to biomass from wood-volume inventories. **Forest Ecology and Management**,  
605 v.256, n.11, p.1853-1867, 2008.  
606
- 607 OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da  
608 exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de  
609 espécies em uma área de 163 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia**  
610 **Forestalis**, n.69, p.62-76, 2005.  
611
- 612 OLIVEIRA, L. P. S.; SOTTA, E. D.; HIGUCHI, N. Biomass Quantification in Amapá's State  
613 Forest: Carbon Stock Allometry and Estimate. 1st Edition. **Amapá's State**  
614 **Forest Institution-IEF. Technical Series**, 52 p, 2012.  
615
- 616 PEREIRA, N. W. V.; VENTURIN, N.; MACHADO, E. L. M.; SCOLFORO, J. R.;  
617 MACEDO, R. L. G.; d'OLIVEIRA, M. V. N. Análise das variações temporais na florística e  
618 estrutura da comunidade arbórea de uma floresta explorada com plano de manejo. **Cerne**,  
619 v.11, n.3, p.263-282, 2005.  
620
- 621 PRIANTE-FILHO, N.; VOURLITS, G. L.; HAYASHI, M. M. S.; NOGUEIRA, J. S.;  
622 CAMPELO JR., J. H.; NUNES, P.C.; SANCHES & SOUZA, L.; COUTO, E. G.; HOEGER,  
623 W.; RAITER, F.; TRIENWEILER, J. L.; MIRANDA, E. J.; PRIANTE, P. C.; FRITZEN, C.  
624 L.; LACERDA, M.; PEREIRA, L. C.; BIUDES, M. S.; SULI, G. S.; SHIRAIWA, S.; DO  
625 PAULO, R.; SILVEIRA, M. Comparison of the mass and energy exchange of a pasture and a  
626 mature transitional tropical forest of the southern Amazon Basin during a seasonal transition.  
627 **Global Change Biology**, v.10, p.863-876. 2004.  
628
- 629 PROGRAMA DE PESQUISA EM BIODIVERSIDADE - PPBIO. **Manual para Medição e**  
630 **Marcação de Árvores em grades e módulos RAPELD do PPBio**. 22 p. 2014.

- 631 PROGRAMA DE PESQUISA EM BIODIVERSIDADE - PPBIO. **Repositório de dados do**  
632 **PPBio**. URL:<http://ppbio.inpa.gov.br/repositorio/dados>. Acesso em: Agosto de 2015.  
633
- 634 R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for  
635 Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org/>. 2015.  
636
- 637 RADAM BRASIL, Folha SC 21. **Juruena, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e**  
638 **uso potencial da terra**. (Levantamento de Recursos Naturais, 20). Rio de Janeiro: DNPM.  
639 460p., 1980.  
640
- 641 SAATCHI S. S.; HOUGHTON, R. A.; SANTOS, R. C; SOARES, J. V; YU, Y. Distribution  
642 of aboveground live biomass in the Amazon basin. **Global Change Biology**, v.13, p.816-837,  
643 2007.  
644
- 645 SALOMÃO, R. P.; NEPSTAD, D. C. & VIEIRA, I. C. G. Biomassa e estoque de carbono de  
646 florestas tropicais primárias e secundárias. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Eds.).  
647 **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Instituto Nacional de Pesquisas da  
648 Amazônia, Manaus, AM. p. 99-120, 1998.  
649
- 650 SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; ALMEIDA, B. F.; COSTA, D. H.  
651 M.; OLIVEIRA, L. C.; VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J. P. Crescimento e produção de  
652 uma floresta tropical da Amazônia brasileira treze anos após a exploração. In: **Simpósio**  
653 **Silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuições do Projeto Embrapa/DFID**. Belém.  
654 Anais, p. 186-194, 1999.  
655
- 656 SILVA, F. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L. O.;  
657 PEREIRA, G.; CARDOZO, F.; ARAI, E. Corrigendum: Large-scale heterogeneity of  
658 Amazonian phenology revealed from 26-year long AVHRR/NDVI time-series.  
659 **Environmental Research Letters**, v.8, p.1-12, 2013.  
660
- 661 SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O.  
662 P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. Diretrizes para instalação e  
663 medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira. **Embrapa-**  
664 **ITTO**. 68 pp., 2005.  
665
- 666 SILVER, W.L.; NEFF, J.; MCGRODDY, M.; VELDKAMP, E.; KELLER, M.; COSME, R.  
667 Effects of soil texture on belowground carbon and nutrient storage in a lowland Amazonian  
668 forest ecosystem. **Ecosystem**, v.3, p.193-209, 2000.  
669
- 670 SINCLAIR, T. R.; HOLBROOK, N. M.; ZWIENIECKI, M. A. Daily transpiration rates of  
671 woody species on drying soil. **Tree Physiology**, v.25, p.1469-1472, 2005.  
672
- 673 SOMBROEK, W. Spatial and temporal patterns of Amazon rainfall. Consequences for the  
674 Planning of Agricultural Occupation and the Protection of Primary Forests. **Ambio**, v.30,  
675 p.388-396, 2001.  
676
- 677 TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; AGUILAR, M.; SARMIENTO, A. Floristic patterns  
678 along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. **Journal of Ecology**, v.91, p.743-  
679 756, 2003.

- 680 UHL, C.; BEZERRA, O.; MARTINI, A. **Ameaça à Biodiversidade na Amazônia Oriental.**  
681 *Série Amazônia*, Belém: IMAZON, n.6, 34p, 1997.
- 682 VIANNA, A. L. M.; FEARNSIDE, P. M. Impact of community forest management on  
683 biomass carbon stocks in the Uatumã Sustainable Development Reserve, Amazonas. **Journal**  
684 **of Sustainable Forestry**, v.33, n.2, p.127-151, 2014.
- 685
- 686 VIDAL, E.; VIANA, V. M.; BATISTA, J. L. F. Crescimento de floresta tropical três anos  
687 após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia**  
688 **Forestalis**, n.61, p.133-143, 2002.
- 689
- 690 VITOUSEK, P. M.; SANFORD, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual**  
691 **Review of Ecology and Systematics**, v.17, p.137-167, 1986.
- 692
- 693 VOURLITIS, G. L.; FILHO, N. P.; HAYASHI, M. M. S; NOGUEIRA, J. S.; RAITER, F.;  
694 HOEGEL, W.; CAMPELO JR., J. H. Effects of meteorological variations on the CO<sub>2</sub>  
695 exchange of a Brazilian transitional tropical forest. **Ecological Applications**, v.14, p.89-100.  
696 2004.
- 697
- 698 WATZLAWICK, L. F., KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. A.; SCHUMACHER, M. V.  
699 Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In:  
700 SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L. F. BALBINOT, R. ZILLOTTO, M. A., GOMES,  
701 F. S. (Org.) **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, p. 153-173. 2002.

## APÊNDICES

APÊNDICE A. Esquema ilustrando a estrutura da vegetação no interior de uma parcela permanente. Figura adaptada do repositório de imagens do PPBio (<https://ppbio.inpa.gov.br/repositorio/imagens>).



APÊNDICE B. Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais mensuradas nas 32 parcelas permanentes dos módulos de estudo. Altitude; volume de serapilheira (Serapilheira), abertura de dossel (Dossel); distância do córrego mais próximo (D. cór); área basal explorada (ABE); eixo 1 dos solos (PCA 1). Os valores em negrito indicam alta colinearidade entre as variáveis, com índice superior a 0,4.

	Altitude	Serapilheira	Dossel	D. cór	ABE	PCA 1
Altitude	1					
Serapilheira	<b>0,61</b>	1				
Dossel	<b>0,51</b>	<b>0,58</b>	1			
D. cór	<b>0,56</b>	0,15	0,19	1		
ABE	0,21	-0,05	0,16	0,23	1	
PCA 1	<b>-0,59</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,57</b>	-0,21	-0,30	1

APÊNDICE C. Características físico-químicas do solo para cada parcela dos três módulos de estudo, em Cláudia, Mato Grosso.

Módulo	pH (H <sub>2</sub> O)	P mg.dm <sup>-3</sup>	K mg.dm <sup>-3</sup>	cmol.dm <sup>-3</sup>							Al+H	Silte %	Argila %	Areia %
				Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Al				
I	4,48	0,92	26	0,18	0,12	0,41	0,18	99	1,11	1,1	8,05	13,32	38,36	48,32
I	4,53	0,88	26	1,00	0,34	0,32	0,19	98	0,11	1,15	7,84	9,93	53,57	36,50
I	4,6	1,04	22	0,93	0,23	0,45	0,20	183	0,98	1,00	8,17	11,58	46,82	41,60
I	4,48	1,33	25	2,00	0,43	0,46	0,19	156	0,89	1,05	8,40	10,23	58,30	31,47
I	4,36	1,45	18	0,44	0,12	0,38	0,17	147	0,96	1,40	8,12	11,73	47,44	40,83
I	4,47	1,99	22	0,88	0,16	0,47	0,24	135	0,78	1,00	7,59	9,73	51,55	38,72
I	4,37	2,11	24	1,10	0,34	0,36	0,16	139	1,13	1,25	10,54	6,64	45,04	48,32
I	4,49	1,28	23	1,30	0,25	0,43	0,15	143	1,09	1,00	6,34	10,36	57,45	32,19
I	4,43	1,96	32	3,00	0,58	0,31	0,26	153	1,13	1,05	10,82	9,13	56,18	34,69
I	4,60	3,39	28	3,92	0,82	0,30	0,19	124	0,93	0,75	8,53	10,90	46,50	42,60
I	4,48	1,84	20	0,94	0,15	0,44	0,18	137	1,15	0,75	6,24	10,23	48,75	41,02
I	4,36	1,67	24	0,61	0,18	0,36	0,26	141	0,90	1,05	8,28	9,92	48,66	41,42
II	4,16	3,02	17	0,04	0,02	1,34	1,00	55	1,20	0,85	7,21	2,60	24,32	73,08
II	3,92	2,01	28	0,16	0,12	1,31	0,92	95	1,14	1,05	11,57	2,60	27,64	69,76
II	3,98	2,69	34	0,09	0,05	1,32	0,90	91	0,84	1,15	11,57	2,40	27,78	69,82
II	3,77	2,19	24	0,09	0,04	1,29	0,86	159	0,88	0,95	11,84	3,00	24,89	72,11
II	4,16	1,40	33	0,36	0,26	1,15	0,97	128	1,68	0,65	9,53	3,32	26,67	70,01
II	4,24	1,59	36	0,21	0,12	1,10	1,14	164	1,40	0,80	9,93	2,80	27,23	69,97
II	4,04	1,89	23	0,18	0,09	1,21	1,20	124	1,47	1,20	14,02	3,20	25,25	71,55
II	3,98	1,23	18	0,11	0,09	1,18	1,14	87	1,33	0,90	10,75	4,20	22,72	73,08
II	3,78	1,43	17	0,04	0,03	1,03	0,91	153	0,91	0,95	10,48	3,80	23,39	72,81
II	3,87	1,23	19	0,11	0,06	1,21	1,06	158	1,18	1,05	11,57	2,87	26,70	70,43
II	3,83	1,33	23	0,21	0,04	1,19	0,93	156	1,80	1,05	12,93	2,78	23,97	73,25
II	3,88	1,59	24	0,09	0,04	1,25	0,98	127	0,93	0,95	9,72	2,58	27,55	69,87
III	4,18	1,16	17	0,18	0,08	0,63	0,53	146	0,64	1,10	11,84	6,32	28,00	65,68
III	4,36	1,31	22	0,27	0,07	0,77	0,36	138	0,55	0,95	12,93	7,42	39,17	53,41
III	4,43	1,84	23	0,35	0,23	0,35	0,47	129	0,99	0,85	13,34	6,85	40,34	52,81
III	4,38	1,64	28	0,40	0,22	0,81	0,52	158	1,12	1,05	18,65	12,96	38,00	49,04
III	4,42	1,69	18	0,25	0,19	0,45	0,78	159	1,20	0,90	11,98	9,96	37,77	52,27
III	4,32	1,45	25	0,25	0,13	0,52	0,48	139	1,25	1,05	12,52	12,29	37,69	50,02
III	4,36	0,97	20	0,17	0,06	0,45	0,68	157	0,87	1,05	13,07	10,00	40,96	49,04
III	4,32	1,14	34	0,16	0,10	0,71	0,65	121	0,83	1,05	13,75	9,62	41,41	48,97

## **ANEXOS**

ANEXO A. Normas para submissão do trabalho na Revista *Árvore*

### **Revista *Árvore***

Brazilian Journal of Forest Science

Editor-Chefe: Amaury Paulo de Souza

ISSN: 0100 - 6762 (Versão Impressa)

ISSN: 1806-9088 (Versão On-line)

Qualis A2 (Ciências Ambientais)

Site da Revista: <http://revistas.cpd.ufv.br/arvoreweb/index.php>

### **Escopo e política**

A Revista *Árvore* é um veículo de divulgação científica publicado pela Sociedade de Investigações Florestais – SIF (CNPJ 18.134.689/0001-80). Publica, bimestralmente, artigos originais de contribuição científica, no campo da Ciência Florestal, como: Meio Ambiente e Conservação da Natureza, Silvicultura, Utilização de Produtos Florestais e Manejo Florestal.

Os artigos submetidos à publicação na Revista *Árvore* são avaliados inicialmente pelo Editor Executivo, que verificará se encontram de acordo com as normas de submissão. Caso estejam de acordo, os artigos serão enviados aos Editores de Seção, que avaliam se enquadram no escopo da Revista *Árvore* e se apresentam mérito para publicação.

Depois de os manuscritos terem sido analisados pelos editores, eles poderão ser devolvidos ao(s) autor(es) para adequações às normas da Revista ou, simplesmente, negados por falta de mérito ou escopo. Quando aprovado pelos editores, o manuscrito será encaminhado para três avaliadores, que emitirão pareceres científicos. Caberá ao(s) autor(es) atender às sugestões e recomendações dos avaliadores; caso não possa(m) atender na sua totalidade, deverá(ão) justificar ao Comitê/Equipe Editorial da Revista. Após as correções, os artigos podem retornar aos avaliadores para emissão do parecer final. Logo após, o manuscrito passará pela reunião do Comitê/Equipe Editorial, sendo aprovado, descartado ou retornado ao(s) autor(es) para mais correções. Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de texto e de referências. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e avaliação final pelo Comitê/Equipe Editorial.

Os manuscritos submetidos à Revista devem contribuir para o avanço do conhecimento científico e não terem sido publicados ou encaminhados simultaneamente para outro periódico com a mesma finalidade. Serão recebidos para análise manuscritos escritos em português, inglês ou espanhol considerando-se que a redação deve estar de acordo com a lexicologia e a sintaxe do idioma escolhido. A objetividade é o princípio básico para a

elaboração dos manuscritos, resultando em artigos de acordo com os limites estabelecidos pela Revista.

### **Política editorial**

Manter elevada conduta ética em relação à publicação e seus colaboradores; rigor com a qualidade dos artigos científicos a serem publicados; selecionar revisores capacitados e ecléticos com educação ética e respeito profissional aos autores e ser imparcial nos processos decisórios, procurando fazer críticas sempre construtivas e profissionais.

### **Público Alvo**

Comunidade, nacional e internacional, de professores, pesquisadores, estudantes de pós-graduação e profissionais dos setores públicos e privado da área de Ciência Florestal.

### **Forma e preparação de manuscritos**

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), sendo o autor do artigo responsável pelo conteúdo científico do mesmo.

- Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) deve(m) concordar(em) que seu copyright seja transferido à Sociedade de Investigações Florestais - SIF, se e quando o artigo for aceito para publicação.

Primeira Etapa (exigida para submissão do Manuscrito)

Submeter os artigos somente em formatos compatíveis com Microsoft-Word. O sistema aceita arquivos até 10MB de tamanho.

O Manuscrito deverá apresentar as seguintes características: espaço 1,5; papel A4 (210 x 297 mm), enumerando-se todas as páginas e as linhas do texto, páginas com margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5 cm; fonte Times New Roman 12; e conter no máximo 16 laudas, incluindo tabelas e figuras. Tabelas e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto.

Na primeira página deverá conter o título do manuscrito, o resumo e as três (3) Palavras-Chaves.

Não se menciona os nomes dos autores e o rodapé com as informações de vínculo institucional, para evitar a identificação dos mesmos pelos avaliadores. A identificação dos autores deve ser preenchida apenas durante a submissão do artigo. Não é permitido acrescentar novos autores após a submissão do artigo, somente excluir ou alterar a ordem dos mesmos.

Nos Manuscritos em português, os títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos também em inglês; e Manuscritos em espanhol ou em inglês, os títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos também em português. As tabelas e as figuras devem ser apresentadas ao final do texto, numeradas com algarismos arábicos consecutivos junto as legendas, e sua localização aproximada deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos: Entra Figura 1; Entra Tabela 3. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior antecédidos da palavra Figura mais o seu número de ordem. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecédidos da palavra tabela seguida do seu número de ordem. Na figura, a fonte (Fonte:) deve aparecer na parte superior, na tabela, na parte inferior. As figuras deverão estar exclusivamente em tons de cinza e, no caso de coloridas, será cobrada a importância de R\$150,00/página, para versão impressa.

### **Forma dos manuscritos**

#### **O Manuscrito em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte sequência:**

TÍTULO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave não incluindo palavras do título); TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords não incluindo palavras do título); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura e o objetivo); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS; 4. DISCUSSÃO; 5. CONCLUSÃO; 6. AGRADECIMENTOS (se for o caso) e 7. REFERÊNCIAS (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

#### **O manuscrito em INGLÊS deverá obedecer à seguinte sequência:**

TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords não incluindo palavras do título); TÍTULO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave não incluindo palavras do título); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura e o objetivo); 2. MATERIAL AND METHODS, 3. RESULTS; 4. DISCUSSION; 5. CONCLUSION; 6. ACKNOWLEDGEMENT (se for o caso) e 7. REFERENCES (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

#### **O manuscrito em ESPANHOL deverá obedecer à seguinte sequência:**

TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-clave não incluindo palavras do título); TÍTULO do manuscrito em Português; RESUMO em Português (seguido de palavras-chave não incluindo palavras do título); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo revisão de literatura e objetivo); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS; 4. DISCUSIÓN; 5. CONCLUSIÓN; 6. RECONOCIMIENTO (se for o caso) e 7. REFERENCIAS (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

No caso das línguas estrangeiras, será necessária a declaração de revisão lingüística de um especialista.

Os subtítulos, quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos colocados em posição de início de parágrafo.

No texto, a citação de referências bibliográficas deverá ser feita da seguinte forma: colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, em maiúsculas, seguido do ano separado por vírgula. As referências bibliográficas utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de níveis A/B do Qualis. A Revista *Árvore* adota as normas vigentes da ABNT 2002 - NBR 6023, exceto por não utilizar o "et al." nas referências com mais de três autores.

Não se usa "et al." em itálico e o "&" deverá ser substituído pelo ";" entre os autores.

A Introdução deve ser curta, definindo o problema estudado, sintetizando sua importância e destacando as lacunas do conhecimento ("estado da arte") que serão abordadas no artigo. Os Métodos empregados a população estudada, a fonte de dados e critérios de seleção, dentre outros, devem ser descritos de forma compreensiva e completa, mas sem prolixidade. A seção de Resultados devem se limitar a descrever os resultados encontrados sem incluir interpretações/comparações. O texto deve complementar e não repetir o que está descrito em tabelas e figuras. A Discussão deve começar apreciando as limitações do estudo (quando for o caso), seguida da comparação com a literatura e da interpretação dos autores, extraíndo as conclusões e indicando os caminhos para novas pesquisas. O resumo deverá ser do tipo informativo, expondo os pontos relevantes do texto relacionados com os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma seqüência corrente de frases e conter, no máximo, 250 palavras. (ABNT-6028).

Para submeter um Manuscrito à Revista, o(s) autor(es) deverá(ão) entrar no site <[www.revistaarvore.ufv.br](http://www.revistaarvore.ufv.br)> e clicar no link "Submissão de Artigos".

### **Copyright**

Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) deve(m) concordar(em) que seu copyright seja transferido à Sociedade de Investigações Florestais - SIF, se e quando o artigo for aceito para publicação.

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões da Sociedade de

Investigações Florestais (SIF), sendo o autor do artigo responsável pelo conteúdo científico do mesmo.