



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FÁTIMA APARECIDA ARCANJO

**BIOMASSA ARBÓREA EM SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO E  
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO  
BRASIL**

---

Londrina  
2017

FÁTIMA APARECIDA ARCANJO

**BIOMASSA ARBÓREA EM SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO E  
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO  
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Domingues  
Toresan.

Londrina  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Arcanjo, Fátima A..

Biomassa arbórea em sítios de restauração e remanescentes de Mata Atlântica do Sul do Brasil / Fátima A. Arcanjo. - Londrina, 2017.  
84 f. : il.

Orientador: José Marcelo Domingues Torezan.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, , 2017.  
Inclui bibliografia.

1. Biomassa - Tese. 2. Fixação de carbono - Tese. 3. Remanescentes de Mata Atlântica - Tese. 4. Reflorestamentos - Tese. I. Torezan, José Marcelo Domingues. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. . III. Título.

FÁTIMA APARECIDA ARCANJO

**BIOMASSA ARBÓREA EM SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO E  
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Dr. José Marcelo Domingues Torezan  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Stolf Moreira  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr. Antônio Carlos Galvão de Melo  
Instituto Florestal- Assis - São Paulo

Londrina, 25 de Julho de 2017.

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Discente: Fátima Aparecida Arcanjo

Título: Biomassa Arbórea em sítios de restauração e remanescentes de Mata Atlântica do Sul do Brasil

Data da Defesa: 25 de Julho de 2017 – 14:00 hs. na sala: 02 - LABESC da Universidade Estadual de Londrina.

**Banca Examinadora**

**Parecer**

**PRESIDENTE:**

Dr. José Marcelo Domingues Torezan UEL APROVADA

**TITULARES**

Drª. Renata Stoif Moreira UEL Aprovada

Dr. Antônio Carlos Galvão de Melo Instituto Florestal Assis-SP APROVADA

**Parecer Final** APROVADA

Dr. José Marcelo Domingues Torezan 

Drª. Renata Stoif Moreira Renata Stoif Moreira

Dr. Antônio Carlos Galvão de Melo 

*Dedico*  
*Aos meus Pais Gabriela Arcanjo e Leonardo Arcanjo*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, a Duke Energy e FAUEL pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho. A toda a equipe do projeto de Pesquisa ecológica de longa duração da Mata Atlântica do Norte do Paraná – PELD- MANP.

Ao meu orientador Professor Dr. José Marcelo D. Torezan pelos ensinamentos, apoio, companheirismo e paciência. Ao Dr. Antônio Carlos Galvão de Melo e a Professora Dr<sup>a</sup> Renata Stolf Moreira pelas contribuições e sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

A toda equipe do Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas - LABRE especialmente aos amigos Ana Luiza, Carmem Miranda, Alexandre Bordignon, Odair do C. Pavão, Alba L. Cavalheiro e Talita Surian pelas ajudas ou em coletas de campo ou em laboratório e pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Mariana Pires, Mariana Bittenkurt, Rafaela Bahls, Ana Bastos, Pedro Carvalho, Danilo Rocha, Rafael Terra e Ricardo Adelino pelo companheirismo.

E um agradecimento especial para a minha família, aos meus pais Gabriela Arcanjo e Leonardo Arcanjo e ao meu irmão Gabriel Arcanjo que sempre me apoiaram em todos os momentos.

ARCANJO, Fátima Aparecida. **Biomassa arbórea em sítios de restauração e remanescentes de Mata Atlântica do Sul do Brasil**. 2017. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

Os ecossistemas florestais podem, sob determinadas condições, capturar mais gás carbônico (CO<sub>2</sub>), principal gás do efeito estufa, do que emitem para a atmosfera acumulando biomassa e, sendo assim, considerados grandes reservatórios de carbono. As florestas em crescimento podem contribuir com a mitigação das mudanças climáticas, por meio do sequestro do carbono excedente na atmosfera. As espécies pioneiras, que são frequentemente plantadas nos reflorestamentos, sequestram carbono em um ritmo mais acelerado. Para acompanhar o sucesso dessa recuperação e do sequestro de CO<sub>2</sub> as estimativas da biomassa acima do solo (BAS), nos últimos anos, têm sido empregadas no monitoramento da restauração florestal utilizando-se florestas maduras como ecossistemas de referência. Por outro lado, distúrbios de origem antrópica, como a extração seletiva de madeira, alteram os regimes de perturbação natural dos ecossistemas florestais, conduzem à alterações nos padrões esperados de estocagem de carbono das florestas e elevam as emissões de CO<sub>2</sub> nesses ecossistemas. Esses distúrbios antrópicos, somados aos efeitos da fragmentação do habitat, alteram os padrões esperados para essas referências, o que pode comprometer a qualidade desses remanescentes florestais como modelos. O sucesso dos reflorestamentos depende de uma série de fatores e as estimativas da BAS constituem uma das formas de avaliar o progresso da restauração. As estimativas da BAS ainda apresentam valores incertos para vários biomas, incluindo a Mata Atlântica. A maior dificuldade é a padronização dos métodos, tanto para que os valores dessas estimativas possam ser comparados com outras Florestas tropicais, quanto para estabelecer padrões locais para acompanhar a dinâmica da biomassa nesses ecossistemas em longo prazo. Este estudo foi realizado em 14 sítios de Mata Atlântica, foram amostrados 8 reflorestamentos e 6 fragmentos florestais foram utilizados como ecossistemas de referência. Estimativas da BAS foram realizadas por meio de equações alométricas, utilizando dados de diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e da densidade espécie específica da madeira (g.cm<sup>-3</sup>). No primeiro capítulo, o objetivo foi mensurar os impactos da extração seletiva de madeira na BAS em seis remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual Submontana da Mata Atlântica do Sul do Brasil, sendo três que sofreram extração madeireira e três que não sofreram. As florestas que sofreram exploração madeireira apresentaram BAS reduzida em relação às que não sofreram esse distúrbio, portanto a sua utilização como referências para a restauração florestal pode ser questionada. No segundo capítulo, foram comparados 8 reflorestamentos com os 6 remanescentes florestais amostrados no Capítulo 1. Os reflorestamentos atingiram de 18 a 42 % da BAS observada nos fragmentos florestais de referência. Dois reflorestamentos apresentaram área basal (m<sup>2</sup> .ha<sup>-1</sup>) similar a dos fragmentos florestais de referência. Mesmo considerando a comparação com fragmentos cuja biomassa estaria abaixo dos valores históricos, o estoque de carbono nas áreas de restauração, relativamente jovens, já é expressivo.

**Palavras-chave:** Restauração Ecológica. Emissões de CO<sub>2</sub>. Reflorestamentos com espécies nativas. Floresta Estacional Semidecidual. Ecossistemas de referência.

ARCANJO, Fátima Aparecida. **Biomass in semideciduous Atlantic Forest fragments and restoration sites**. 2017. 84 p. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## ABSTRACT

Forest ecosystems can, under certain conditions, capture more carbon dioxide (CO<sup>2</sup>), the main gas of the greenhouse effect, than they emit to the atmosphere, accumulating biomass and thus being considered great carbon pools. However, disturbances of anthropogenic origin, such as selective timber extraction, alter the natural disturbance regime, leading to distortion in the expected standards of forest carbon storage and increase in carbon dioxide emissions in such ecosystems. On the other hand, growing forests can contribute to the mitigation of the climatic changes, through the sequestration of the carbon dioxide from the atmosphere. Over the last years the aboveground biomass (AGB) estimation has been applied in the monitoring of the forest restoration, taking mature forests as reference ecosystems. The anthropogenic disturbances, though, added to the effects of the habitat fragmentation, altering the standards for such references, compromising the usefulness of these forest remnants as references. Forest restoration success depends on various factors and the biomass estimations constitute one of the ways of evaluating restoration progress. Besides that, pioneer species, which are frequently planted in reforestations, sequester carbon in a faster pace. Nevertheless, AGB estimations present uncertain values for many biomes, Atlantic forest included. The main difficulty is the standardization of methods, so that estimated values can be compared to other tropical forests as much as to establish local standards to follow the dynamic of the biomass in the long run. This study was conducted in 14 Atlantic forest sites, being 8 native species reforestation sites and 6 forest fragments, which were used as reference ecosystems. Using DBH (diameter taken at 1,30 m above ground), H<sub>total</sub> (total height) and wood specific density data, estimations were made on the aboveground biomass through allometric equations. In the first chapter, the objective was to evaluate the impact of the timber selective extraction on the tree biomass in six semi-deciduous Submontane of Atlantic Forest remnants, three with and three without timber extraction roughly 40 years ago. The exploited forests presented reduced tree biomass compared to those which have not been exploited and thus its use as reference ecosystems can be challenged. In the second chapter, 8 reforestation sites have been compared to the forest remnants evaluated in Chapter One. AGB in reforestation sites ranged from 18 to 42% of the AGB estimated in the forest remnants. Two reforestation areas presented basal area (m<sup>2</sup> .ha<sup>-1</sup>) equal to average of forest remnants. Even if comparisons are made against forest fragments with reduced AGB, the carbon pool in these relatively young restoration sites is already expressive.

**Keywords:** Ecological Restoration. CO<sub>2</sub> Emissions. Native Species Reforestation. Semideciduous Forest. Reference Ecosystem. Secondary Succession.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### METODOLOGIA GERAL

- Figura 1** - Localização geográfica das áreas de estudo. Reservatório da UHE de Taquaruçu e da UHE de Capivara no Norte do Estado do Paraná divisa com o Estado de São Paulo. Fragmentos e reflorestamentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Os números indicam as áreas de estudo. PELD: Pesquisa Ecológica de longa duração; Aca: Área de Conservação Ambiental. .... 25
- Figura 2** - Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica do Sul do Brasil) que sofreram exploração madeireira Alvorada (a) Congonhas (b) e Santo Antônio (c). .... 25
- Figura 3** - Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica do Sul do Brasil) sem histórico de exploração madeireira Parque Estadual Mata dos Godoy (a) Mata do Bule (b) e Parque Estadual Ibicatu (c). .... 26
- Figura 4** - Sítios de reflorestamentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana) Aca Capim 5 (a) Aca Capim 6 (b) Aca Salto (c) Alvorada (d) Anhumas 1 (e) Anhumas 2 (f) Congonhas (g) e Santo Antônio (h). .... 28
- Figura 5** - Modelo do delineamento amostral e das parcelas instaladas para o inventário florestal em 14 sítios de estudo (Fragmentos e Reflorestamentos) de Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Imagem: Fragmento Florestal Alvorada. Nota: A mesma distância mantida entre a borda e a primeira parcela (100 m) foi mantida entre cada unidade amostral. .... 29
- Figura 6** - Coleta de amostras de madeira para a determinação da densidade espécie específica em fragmentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana) ..... 31

### CAPÍTULO 1

- Figura 1** - Distribuição da densidade de indivíduos (árvores.  $ha^{-1}$ ) (a) e biomassa acima do solo (BAS) ( $Mg.ha^{-1}$ ) em classes de diâmetro (DAP cm) (b) em florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil

(Floresta Estacional Semidecidual Submontana). A densidade de indivíduos (árvores. ha<sup>-1</sup>) está representada em escala log. IC ± 95% ..... 38

**Figura 2-** Biomassa acima do solo (Mg.ha<sup>-1</sup>) em florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Valores representados por unidade amostral. IC ± 95%; n=30 para cada tipo de Floresta.(explorada e não-explorada) ..... 39

## CAPÍTULO 2

**Figura 1-** Biomassa acima do solo (Mg.ha<sup>-1</sup>) em reflorestamentos e fragmentos da Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Os códigos representam as áreas Alv: Alvorada, Cgh: Congonhas, Sto Ant: Santo Antônio, Anh 1: Anhumas 1, Anh2: Anhumas 2, Aca 5: Aca Capim 5, Aca 6: Aca Capim 6, Aca S: Aca Salto e FR: Fragmentos Florestais. As letras iguais indicam semelhança estatística ( $\alpha=0.05$ ) ..... 53

**Figura 2-** Área basal (AB) (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) em reflorestamentos e fragmentos da Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Os códigos representam as áreas Alv: Alvorada, Cgh: Congonhas, Sto Ant: Santo Antônio, Anh1: Anhumas 1, Anh2: Anhumas 2, Aca 5: Aca Capim 5, Aca 6: Aca Capim 6, Aca S: Aca Salto e FR: Fragmentos Florestais. As letras iguais indicam semelhança estatística ( $\alpha=0.05$ )..... 53

**Figura 3-** Distribuição de indivíduos (Árvores.ha<sup>-1</sup>) em classes de diâmetro (DAP cm) em reflorestamentos e fragmentos de Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). A densidade de indivíduos está representada em escala log ..... 54

**Figura 4-** Biomassa acima solo (Mg.ha<sup>-1</sup>) distribuída em classes de diâmetro (DAP cm) em reflorestamentos e fragmentos de Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana) ..... 54

## LISTA DE TABELAS

### MÉTODOS GERAIS

- Tabela 1** - Área, localização e caracterização de Florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Norte do Paraná (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). P.E= Parque Estadual; R.L= Reserva legal; UC= Unidade de Conservação; m s.n.m: Metros sobre o nível do mar ..... 26
- Tabela 2** - Caracterização das áreas de reflorestamentos da Mata Atlântica do Norte do Paraná (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Área total (hectare), Município, Bacia, Idade e Altitude. Aca = Área de Conservação Ambiental; m s.n.m = Metros sobre o nível do mar ..... 28

### CAPÍTULO 1

- Tabela 1** - Densidade de indivíduos ( $\text{árvores} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Área Basal ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e biomassa acima do solo (BAS) ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) encontrados em Florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil. Os valores demonstrados ao lado da Área basal e da BAS referem-se ao Erro padrão da média..... 39
- Tabela 2** - Espécies com maior biomassa acumulada ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em Florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). N.O: Não observada..... 40

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1** - Biomassa acima do solo ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Área basal ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e Densidade de Indivíduos ( $\text{Árvores} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em áreas de reflorestamentos e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica, Sul do Brasil). Os valores ao lado das médias representam o desvio padrão (IC: 95%)..... 55
- Tabela 2** - Espécies com diâmetro (DAP  $\text{cm} \geq 20 \text{ cm}$ ) com maior biomassa acima do solo (BAS) encontradas em reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica, Sul do Brasil). As siglas representam as áreas Alv: Alvorada, Cgh: Congonhas, Sto Ant: Santo Antônio, Anh 1: Anhumas 1, Anh 2: Anhumas 2, Aca 5: Aca Capim 5, Aca 6: Aca Capim 6, Aca S: Aca Salto ..... 55

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	16
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	20
<b>MÉTODO GERAL</b> .....	23
<i>Sítios de Estudo</i> .....	23
<i>Delineamento amostral</i> .....	28
<i>Estimativas da biomassa acima do solo</i> .....	29
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31
<b>CAPÍTULO 1 – Biomassa arbórea como indicador de degradação em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana que sofreram extração seletiva de madeira</b> .....	33
<b>RESUMO</b> .....	33
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	34
<b>2. MÉTODOS</b> .....	36
2.1 <i>Análises dos dados</i> .....	36
<b>3. RESULTADOS</b> .....	36
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45
<b>CAPÍTULO 2 – Biomassa arbórea em sítios de restauração da Mata Atlântica do Sul do Brasil</b> .....	48
<b>RESUMO</b> .....	48
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	49
<b>2. MÉTODOS</b> .....	50
2.1 <i>Análises dos dados</i> .....	50
<b>3. RESULTADOS</b> .....	51
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	56
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	60

<b>APÊNDICES</b> .....	62
APÊNDICE A - Dados da densidade espécie específica da madeira ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) utilizados para as estimativas da biomassa acima do solo no presente estudo .....	63
APÊNDICE B - Número de indivíduos e espécies encontrados nos Fragmentos Florestais de Mata Atlântica do Sul do Brasil utilizados como ecossistemas de referência. ALV= Fragmento de Alvorada; CGH= Fragmento de Congonhas; SAN= Fragmento de Santo Antônio; IBI= Fragmento do Parque Estadual Ibicatu; BUL= Fragmento Mata do Bule e PEMG= Parque Estadual Mata dos Godoy; $\text{g.cm}^{-3}$ = Densidade específica da madeira utilizada nos cálculos das estimativas da biomassa acima do solo .....	69
APÊNDICE C - Frequências observadas das espécies amostradas nos 14 sítios de estudo de Mata Atlântica do Sul do Brasil. As letras representam as iniciais dos nomes das áreas. Fragmentos Florestais: A= Alvorada; C= Congonhas; S= Santo Antônio; I = Parque Estadual Ibicatu; B = Mata do Bule P = Parque Estadual Mata dos Godoy. Reflorestamentos: AR = Alvorada reflorestamento; CR = Congonhas Reflorestamento; SR = Santo Antônio Reflorestamento; A1 = Anhumas 1; A2 = Anhumas 2; C5 = Aca Capim 5; C6 = Aca Capim 6; SAL= Aca Salto.....	76

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui a maior extensão de área de floresta tropical preservada do mundo (FAO, 2011), porém as altas taxas de desmatamento ainda representam a maior ameaça a essas florestas, principalmente, devido à expansão das áreas agrícolas (CHANG, 2002; IPCC, 2013). A Mata Atlântica é a segunda maior área de florestas tropicais úmidas da América do Sul, depois da Floresta Amazônica, e consiste em agrupamentos de Ecossistemas com alta importância ecológica sendo um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, o que o torna um *hotspot* mundial (OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000; STEHMANN et al, 2009; SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

As principais fitofisionomias da Mata Atlântica, definidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 1992, são: os mangues, as restingas, as Florestas Ombrófila densa, Ombrófila mista, Ombrófila aberta, Estacional Decidual e Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). A divisão entre as florestas ombrófilas e estacionais é caracterizada pelo volume de precipitação anual (IBGE, 2012).

As florestas, particularmente as tropicais, depois dos oceanos são as maiores acumuladoras de biomassa do planeta e grande parte dessa biomassa está concentrada na fração arbórea desses ecossistemas (SANQUETTA et al, 2004). A biomassa é definida pela Organização das Nações Unidas para a agricultura e alimentação (FAO) como: Matéria orgânica presente tanto acima quanto abaixo do solo, viva e morta (necromassa), por exemplo, árvores, culturas agrícolas, gramíneas, serapilheira e raízes.

De acordo com a Organização Internacional para a padronização (ISO), que possui como um dos seus membros fundadores a associação de normas técnicas (ABNT) e designou em 2006 normas para relatar e gerenciar inventários de Gases do efeito estufa (GEE), a biomassa acima do solo se refere a biomassa viva acima do solo incluindo caules, troncos, ramos, cascas, sementes e folhas. Para especificar a biomassa vegetal, os termos fitomassa, fitomassa florestal e fitomassa ou biomassa arbórea também têm sido empregados (SANQUETTA et al, 2004).

A biomassa da fração arbórea em uma floresta também é definida como biomassa florestal, assim como essa definição é utilizada para se referir a toda a biomassa estocada expressa em material vegetal (MARTINELLI et al, 1994; SANQUETTA et al, 2004). Araújo (1999) define que, a biomassa vegetal de um ecossistema é formada pela biomassa viva acima do solo: árvores e arbustos (sem incluir as raízes); necromassa (acima e

abaixo do solo): serapilheira, troncos caídos e a matéria orgânica que é incorporada ao solo e pela biomassa abaixo do solo: constituída pelas raízes (FAO, 2004).

De acordo com os dados levantados da literatura atual pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), estima-se que a Mata Atlântica armazena 2.908 toneladas de biomassa por hectare nos seus três compartimentos: biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo e necromassa (BRASIL, 2016). A maior parte dessa biomassa (2.293 toneladas/ha) está acumulada na biomassa acima do solo (BRASIL, 2016).

Devido a biomassa acima do solo estocar grandes quantidades de carbono e seguir padrões para uma determinada região, estágio de sucessão e tipo florestal, as variações que ocorrem na quantidade dessa biomassa armazenada podem indicar alterações na estrutura ou no funcionamento desses ecossistemas (BROWN et al, 1989; ROLIM et al, 2005; VIEIRA, et al, 2008).

A fixação de carbono é importante para a manutenção do clima e as florestas em crescimento, assim como, as florestas antigas prestam o serviço ecossistêmico de sequestrar ou estocar o carbono excedente na atmosfera acumulando-o em sua biomassa acima do solo (BAS). Após essa descoberta a demanda pela quantificação do carbono fixado e emitido pelos ecossistemas florestais e as pesquisas em restauração ecológica, ao longo das últimas décadas, ganharam ímpeto (MELO e DURIGAN, 2006).

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é responsável por, aproximadamente, 60 % do aquecimento observado desde a revolução industrial no Brasil (MEARNS, 2000). Ainda que a mudança climática seja considerada um processo natural, a velocidade e a intensidade a qual está ocorrendo, tem preocupado a comunidade científica e os líderes mundiais, sendo um consenso que as ações antrópicas têm intensificado cada vez mais esse evento (CHANG, 2004).

Os estoques de carbono são calculados a partir do inventário da biomassa das florestas que é difícil de ser mensurada com exatidão (SANQUETTA e BALBINOT, 2004). Existem, a princípio, dois métodos: o direto e o indireto. O método direto inclui a determinação da biomassa realizada por meio do corte, separação e pesagem da madeira dos indivíduos arbóreos, o que raramente é exequível; o indireto consiste na utilização de equações alométricas, onde são usadas as variáveis coletadas em campo, tais como o diâmetro à altura do peito (DAP cm - 1.30 m do solo) e altura (m) (SANQUETTA e BALBINOT, 2004).

Como o método indireto é bastante utilizado, diversas equações estão disponíveis na literatura (CHAVE et al, 2005). O método indireto, além disso, permite que as

estimativas da BAS sejam realizadas em áreas florestais de grande extensão (SALATI, 1994). As equações que utilizam a densidade espécie específica da madeira têm apresentado os melhores resultados para essas estimativas, devido as floresta que possuem espécies com madeira mais densa acumularem maior biomassa acima do solo, a inclusão dessa variável contribui com resultados com mais acurácia (CHAVE et al, 2006; MALHI et al, 2006; CHAVE et al, 2014).

A quantidade de carbono armazenado na biomassa das árvores é diferente entre os tipos florestais e entre os estágios sucessionais (LU et al, 2003). A idade da floresta, o histórico de manejo, a composição de espécies e o teor de carbono inerente a cada espécie, dessa forma, influenciam os estoques de carbono de um Ecossistema florestal (WATZLAWICK et al., 2004). Assim, as florestas maduras, secundárias e áreas reflorestadas podem apresentar diferentes padrões em seus estoques de CO<sub>2</sub>.

A denominação de Floresta madura é utilizada para definir ecossistemas que não sofreram interferências antrópicas perceptíveis durante o seu desenvolvimento, ou por estarem presentes desde o contato com os Europeus sem sofrer impactos da extração seletiva de madeira e incêndios, resultantes de atividades humanas (FAO, 2004). Essas Florestas estocam grandes quantidades de CO<sub>2</sub>, evitando as suas emissões para a atmosfera (FEARNSIDE, 2013).

As Florestas secundárias são definidas como florestas que passaram por processo de degradação, por efeito de exploração madeireira e não madeireira, manejo inadequado, incêndios, atividade agropecuária ou tiveram a sua estrutura severamente danificada ao ponto de comprometer a sua recuperação após esses distúrbios (ARONSON et al, 2011). Essas florestas, durante a recuperação pós-distúrbios, apresentam taxas maiores de sequestro de carbono do que uma floresta madura (ROZENDAAL et al, 2015). Dessa forma, as estimativas da biomassa das florestas secundárias passaram a ser cada vez mais comuns para conhecer o seu papel e importância no ciclo mundial do carbono, bem como, para a mitigação das mudanças climáticas (POORTER et al 2016)

Os reflorestamentos são áreas de florestas plantadas, com espécies nativas ou não, em solos que sofreram desmatamento em menos 50 anos (ARONSON et al, 2011). As áreas de reflorestamento apresentam taxas de sequestro de CO<sub>2</sub> maiores, devido, principalmente, a predominância das espécies pioneiras plantadas que são espécies de crescimento rápido (SANQUETTA e BALBINOT, 2004; CHANG, 2004; PUIG, 2005).

Além do sequestro e estoque de carbono, são inúmeros os outros serviços ambientais fornecidos pelas florestas, como a conservação do solo, especialmente, a proteção

dos recursos hídricos (MARRIS, 2010). A recuperação das áreas florestais degradadas pode ser uma alternativa para a mitigação das mudanças climáticas, assim como, uma forma de recuperar os outros serviços ecossistêmicos afetados ou perdidos em consequência da degradação (ENGEL e PARROTA, 2003).

Para medir o sucesso na recuperação de uma área degradada informações devem ser obtidas em ecossistemas de referência que consistem em florestas maduras ou áreas pouco degradadas, essas áreas devem ser próximas às áreas reflorestadas ou em recuperação (SER, 2004). A escolha desses remanescentes florestais de referência, além disso, implica em considerar que a sua estrutura não sofreu alterações a ponto de comprometer a sua qualidade como modelo.

Os distúrbios causados pela extração seletiva de madeira, por incêndios e pelo processo de fragmentação, de maneira geral, afetam o acúmulo da BAS nos ecossistemas florestais em longo prazo podendo comprometer a qualidade de fragmentos utilizados como ecossistemas de referência. Diversas pesquisas têm sido realizadas nas florestas tropicais do mundo, incluindo a Mata Atlântica, a fim de quantificar os estoques e as perdas da BAS (ROLIM et al, 2005; ALVES et al; 2010; PÜTZ et al, 2011; PÜTZ et al, 2014; ROZENDAAL et al, 2015; POORTER et al 2016).

Esses fatores, como o desmatamento e a fragmentação, também levam a redução das áreas florestais conduzindo à formação de ilhas de vegetação que ficam mais expostas aos ventos deixando o núcleo dessas florestas mais vulnerável a impactos (LAURANCE et al, 2007). Entre outros efeitos, esses distúrbios aumentam a frequência e o tamanho médio das clareiras no dossel favorecendo o estabelecimento de espécies pioneiras e secundárias iniciais, essas espécies possuem densidade da madeira mais baixa e alteram a estrutura das florestas reduzindo a sua biomassa arbórea, mesmo após a recuperação do dossel (SANTIAGO et al, 2004). A extração seletiva de madeira, atividade comum em muitos fragmentos da Mata Atlântica, além disso, soma-se aos efeitos dessa fragmentação.

Dentro desse contexto, este estudo teve como objetivos 1) Estimar o acúmulo da biomassa acima do solo (BAS) em reflorestamentos e remanescentes de Mata Atlântica e, assim, contribuir com a definição de padrões para essas estimativas em áreas de reflorestamento determinados com base em referências de florestas maduras adjacentes ou próximas 2) Investigar como os distúrbios de origem antrópica, tal como a extração seletiva de madeira, podem alterar os padrões da BAS esperados para fragmentos florestais de uma determinada região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Luciana F. et al. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). **Forest Ecology And Management**, [s.l.], v. 260, n. 5, p.679-691, jul. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.05.023>.
- ARAUJO, T M; HIGUSHI, N; A A JÚNIOR, J. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology And Management**, v. 1, n. 117, p.43-52, 1999.
- ARONSON, J. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **If Sér. Reg**, São Paulo, v. 44, p.1-38, 2011.
- BRASIL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. (Comp.). **Recursos Florestais - Estoque das Florestas**. 2015. Disponível em: [http://www.florestal.gov.br/snif/images/stories/RecursosFlorestais/referencias\\_vol\\_biomassa\\_carbono\\_ha\\_17-09-2015.pdf](http://www.florestal.gov.br/snif/images/stories/RecursosFlorestais/referencias_vol_biomassa_carbono_ha_17-09-2015.pdf). Acesso em: 19 jun. 2017.
- BROWN, S., GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, 35(4), 881-902, 1989.
- BURGUER, D.M; DELLITTI, W.B.C. 1999. Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira - SP. **Revista Brasileira de Botânica** 22: 429-435.
- CHANG, Manyu. Sequestro Florestal de Carbono no Brasil – Oportunidades e riscos para o Brasil. **Revista Paranaense de desenvolvimento**, Curitiba, n.102.,p.85-101, Jun 2002.
- CHANG, MY. Sequestro florestal de carbono no Brasil- Dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas, in SANQUETTA, C.R., BALBINOT, R., ZILLOTTO, (Eds), **Fixação de carbono: Atualidades, projetos e pesquisas**, Curitiba: UFPR/Ecoplan, p.15-37, 2004.
- CHAVE, J et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, n.145, p. 87–99, 2005.
- CHAVE, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., ter Steege, H., Webb, C.O. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2,456 neotropical tree species. **Ecological Applications** 16, 2356-2367, 2006.
- CHAVE, Jerome et al. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters**, [s.l.], v. 12, n. 4, p.351-366, abr. 2014. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>.
- DALLA NORA, E. L. & SANTOS, J. E. Análise da dinâmica sazonal de duas formações florestais do bioma Mata Atlântica com base em índices de vegetação. **Perspectiva**, v. 34, n. 125, p. 41-51. 2010.
- ENGEL, V.L., PARROTTA, J.A., 2003. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais, in: KAGEYAMA, P.Y., OLIVEIRA, R.E., MORAES, L.F.D., ENGEL V.L., GANDARA, F.B.(Eds.), **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**, Botucatu: FEPAF, p. 01-26.
- FAO.**Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2004. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-y5650e.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2017.
- FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World's Forests 2011**. Roma, Italia 165p. 2011.
- FEARNSIDE, Philip M.. Serviços ambientais provenientes de florestas intactas, degradadas e secundárias na Amazônia brasileira.**Conservação da Biodiversidade em Paisagens**

**Antropizadas do Brasil**, Curitiba, p.26-57, 2013.

- HOUGHTON, R. A.; HALL, Forrest; GOETZ, Scott J.. Importance of biomass in the global carbon cycle. **Journal Of Geophysical Research: Biogeosciences**, [s.l.], v. 114, n. 2, p.1-13, jun. 2009. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1029/2009jg000935>.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- IPCC: Summary for Policymakers. In: **Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- LAURANCE W. F.; NASCIMENTO H. E. M.; LAURANCE S. G.; ANDRADE A.; EWERS R. M. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. **PLoS ONE**, v. 2, n. 10, 2007. doi:10.1371/journal.pone.0001017.
- LU, D et al., Classification of successional forest stages in the Brazilian Amazon basin. *Forest Ecology And Management*. Elsevier BV. 181,301-312, ago. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-1127\(03\)00003-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-1127(03)00003-3). 2003.
- MACHADO, E. L. M. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n.1, p. 250-261. 2010.
- MALHI, Y., et al. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. **Global Change Biology** n.12, 1107-1138, 2006.
- MARRIS, E. Un body will assess ecosystems and biodiversity: nations agree on way to keep watch on Earth's health. **Nature**, v. 465, p. 859-871, 2010. doi:10.1038/465859a.
- MARTINELLI, L. A.; MOREIRA, M. Z.; BROWN, I. F. & VICTORIA, R. L. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais. **Seminário Emissão X Sequestro de CO2 – Uma Nova Oportunidade de Negócios para o Brasil**, Rio De Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CURD, p. 197- 221. 1994.
- MEARNS, L.O., Climatic change and variability, in: Reddy, K.R., Hodges, H.F. (Eds), **Climate change and global crop productivity**, New York, p.7-29, 2000.
- MELO, A.C.G., DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**. n. 71, p.149-154, 2006.
- OLIVEIRA- FILHO, A. T. & FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among atlantic forests in southeastern brazil and the influence of climate. **BIOTROPICA**, v. 32, n. 4b, p. 793-810. 2000.
- POORTER, Lourens et al. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. **Nature**, [s.l.], v. 530, n. 7589, p.211-214, 3 fev. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/nature16512>.
- PUIG,CJ. Carbon sequestration potential of land-cover types in the agricultural landscape of eastern Amazonia, Brazil. **Bonn. Ecology and Development**. Universidade de Boon, p.75, 2005.
- PÜTZ, S. et al. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests. **Ecological Modelling**,[s.l.], v. 222, n. 12, p.1986-1997, jun. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.03.038>.

- PÜTZ, Sandro et al. Long-term carbon loss in fragmented Neotropical forests. **Nature Communications**, [s.l.], v. 5, p.1-8, 7 out. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6037>.
- ROLIM, S.G et al. Biomass Change in the Atlantic tropical moist: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-years period. **Oecologia**, n.142, p. 138-236, 2005.
- ROZENDAAL, D M; CHAZDON, R. L. Demographic drivers of tree biomass change during secondary succession in northeastern Costa Rica. **Esa - Ecological Society Of America**, Costa Rica, p.1-30, 2015.
- SALATI, E. Emissão x sequestro de CO<sub>2</sub>- Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: **Seminário emissão x sequestro de CO<sub>2</sub> – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce.p.15-37, 1994.
- SANQUETTA, Carlos Roberto; BALBINOT, Rafaelo. Metodologias para a Determinação de Biomassa Florestal. In: SANQUETTA, Carlos Roberto. **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: Klabin Ecoplan, 2004. Cap. 5. p. 77-93.
- SANTIAGO, L. S.; KITAJIMA, K.; WRIGHT, S. J.; MULKEY S. S. Coordinated changes in photosynthesis, water relations and leaf nutritional traits of canopy trees along a precipitation gradient in lowland tropical forest. **Oecologia**, v. 139, p. 495–502, 2004.
- SER - **Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group**. 2004. The SER primer in ecological restoration (Version 2). <http://www.ser.org> (acesso em 10.04.2017).
- SILVEIRA, Péricles et al. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, [s.l.], v. 38, n. 1, p.185-206, 27 mar. 2008. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v38i1.11038>.
- SOS Mata Atlântica and INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica-período 2013–2014. **Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais—INPE**, São Paulo. 2015.
- STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P. & KAMINO, L.H.Y. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 516p. 2009.
- VIEIRA, S.et al. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotrop**. n.8, p. 21-29, 2008.
- WATZLAWICK, Luciano Farinha et al. Teores de carbono em Espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: SANQUETTA, Carlos Roberto. **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas** .Curitiba: Klabin Ecoplan, 2004. Cap. 6. p. 95-109.

## MÉTODO GERAL

### *Sítios de Estudo*

O estudo foi conduzido em 14 áreas, sendo 6 remanescentes florestais e 8 reflorestamentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil. Com exceção de dois reflorestamentos, que pertencem ao Estado de São Paulo, os demais sítios de estudo estão localizados na região Norte do Estado do Paraná (Figura 1).

A vegetação original da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana e passou por um processo intenso de fragmentação. A paisagem remanescente é composta por mosaico de pequenos fragmentos florestais inseridos em uma matriz agrícola (TOREZAN, 2002). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima local é definido como Clima Subtropical (Cfa). A média de precipitação anual da região varia entre 1400 a 1600 mm (CAVIGLIONE et al., 2000).

A temperatura média anual, nos anos em que a pesquisa foi realizada (2015 e 2016), variou entre 20 e 22 °C com o registro da média mensal máxima extrema de 34 °C no mês de Abril de 2016 (IAPAR, 2016). O tipo de solo predominante na região é Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico e Nitossolo Eutroférico, além de Neossolos Litólicos. (EMBRAPA, 2007). Doze áreas de estudo fazem parte de um sítio PELD-MANP (Pesquisa Ecológica de longa duração da Mata Atlântica do Norte do Paraná), iniciado em 2014, aprovado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (Figura 1).

### *Fragmentos Florestais*

#### *Capítulo 1*

Os fragmentos florestais foram divididos em “Florestas exploradas” e “Florestas não-exploradas” (Figura 2 e 3). Essa divisão foi realizada com o objetivo de avaliar os impactos da exploração madeireira na BAS em três fragmentos florestais que sofreram esse distúrbio antrópico no final da década de 70 (cerca de 40 anos atrás).

Os fragmentos florestais que apresentam histórico de exploração madeireira são florestas maduras e áreas de reserva legal: Alvorada, Congonhas e Santo Antônio (Figura 2). Essas áreas sofreram, principalmente, com a colheita de *Aspidosperma polyneuron*

Müll.Arg (Peroba-rosa), espécie de madeira nobre que está em risco de extinção. Essas florestas são utilizadas como ecossistemas de referência para a restauração ecológica na região Norte do Estado do Paraná (Figura 2, Tabela 2).

A ocorrência dessa exploração, assim como a data provável para este evento, foi determinada por meio de observações de campo. Através dessas observações foram recolhidas evidências como a presença de cepos, confirmadas em entrevistas com os proprietários e moradores locais, bem como, observação de fotografias aéreas antigas.

As florestas exploradas foram comparadas com três florestas não-exploradas: Parque Estadual Mata dos Godoy, Mata do Bule e o Parque Estadual Ibicatu (Figura 3). O Parque Estadual Mata dos Godoy e o Ibicatu são Unidades de Conservação (UC) e a Mata do Bule é uma área de reserva legal (Figura 3).

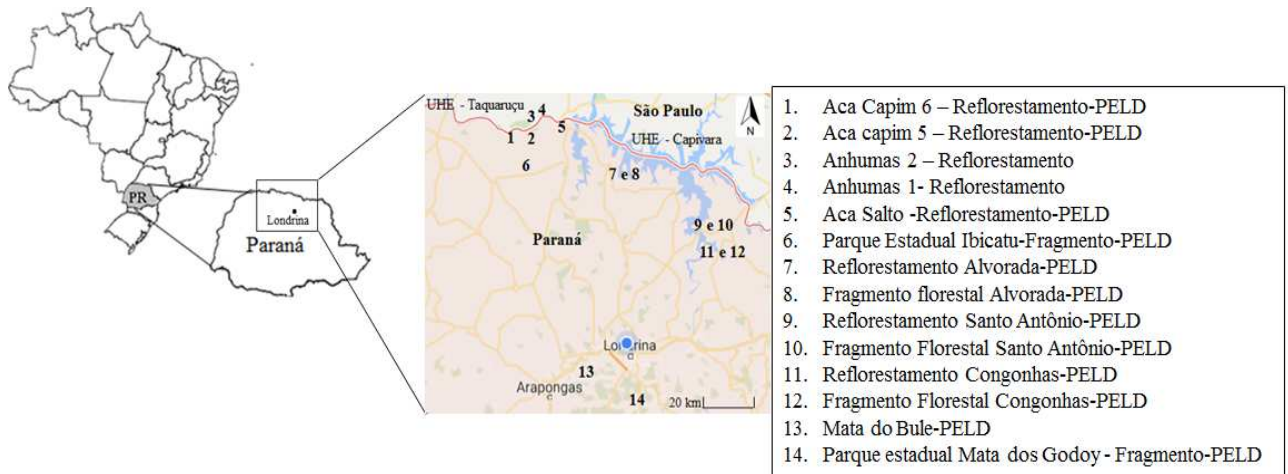
O P.E Mata dos Godoy foi criado em 1989, ele é um dos remanescentes florestais mais importantes do Norte do Paraná pela sua área em extensão mas, principalmente, pelo estado de conservação da sua flora e fauna (VICENTE, 2006). O P.E Mata dos Godoy conta com 650 ha que, somados às áreas de capoeira e a outros fragmentos conectados, perfazem um total de 2.800 ha (VICENTE, 2006).

O P.E Ibicatu foi criado em 1982 como Parque Florestal Ibicatu e contava com uma área de 57 ha (IAP, 2015). Em 2009, a área do Parque foi ampliada para 245 ha contando com áreas de floresta madura, floresta secundária, capoeiras e áreas de atividades agropecuárias, algumas dessas áreas foram adquiridas pela Duke Energy (atual CTG). Essas áreas adquiridas pela CTG foram repassadas ao Estado como medida de compensação ambiental referente à instalação da UHE Capivara (IAP, 2015). Em 2012, através de um decreto Estadual, o nome do Parque foi alterado para Parque Estadual Ibicatu (IAP, 2015).

A Mata do Bule não apresenta histórico de extração de madeira nobre, como as florestas exploradas, porém, nessa área, existem registros de cortes de *Euterpe edulis* Mart.(Palmito-jussara), entretanto, de acordo com Medeiros e Torezan (2012) esse fragmento apresenta Índice de integridade biótica considerado bom, assim como o P.E Mata dos Godoy.

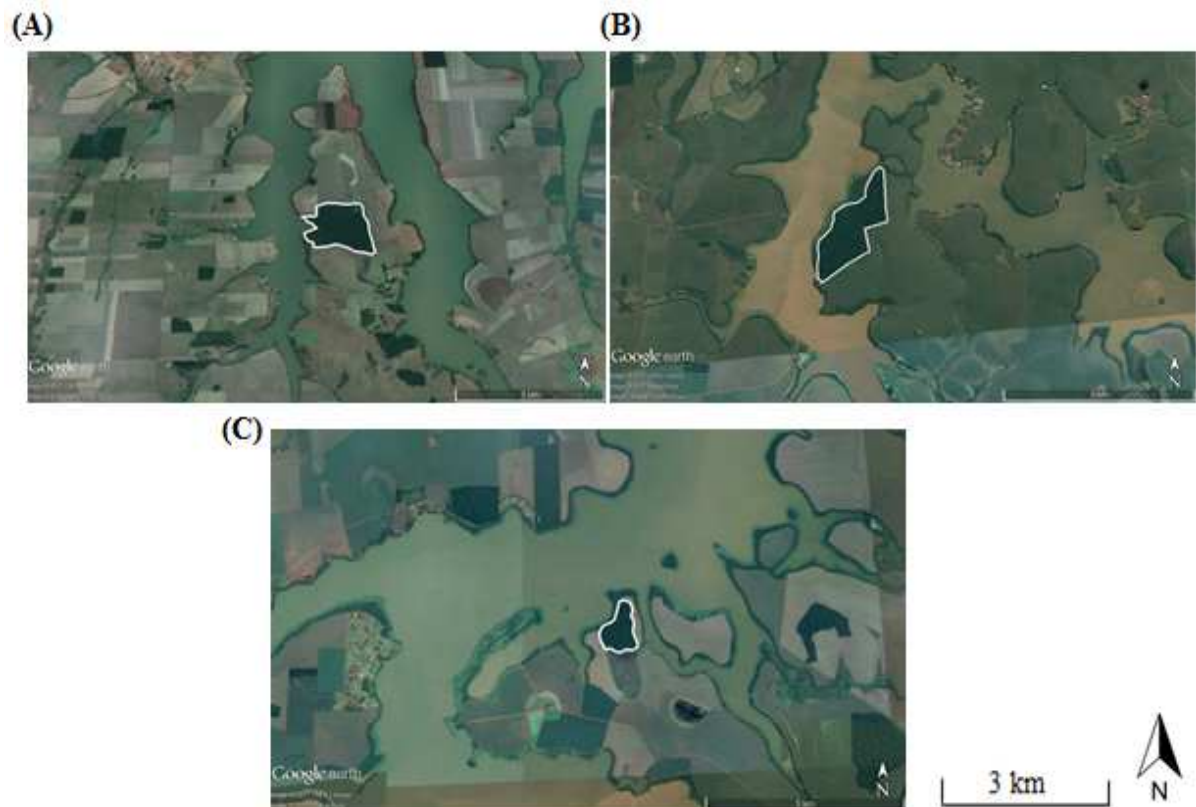
Devido a essas razões, o P.E. Mata dos Godoy, P.E. Ibicatu e a Mata do Bule foram utilizados como fragmentos florestais de referência para mensurar se os impactos da exploração madeireira na BAS, nos fragmentos explorados, ainda afetam esses ecossistemas mesmo décadas após a sua ocorrência.

**Figura 1** - Localização geográfica das áreas de estudo. Reservatório da UHE de Taquaruçu e da UHE de Capivara no Norte do Estado do Paraná divisa com o Estado de São Paulo. Fragmentos e reflorestamentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Os números indicam as áreas de estudo. PELD: Pesquisa Ecológica de longa duração; Aca: Área de Conservação Ambiental.



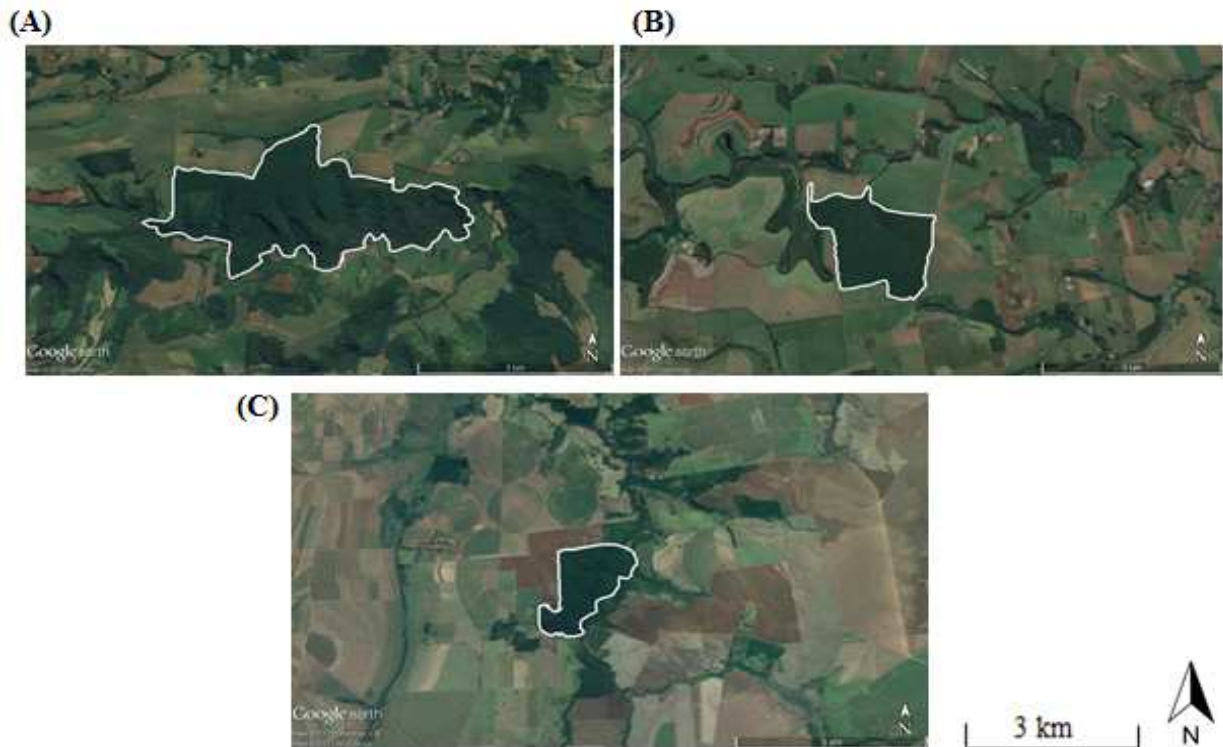
**Fonte:** Adaptado do Google Earth Pro, Landsat Copernicus (Dezembro, 2016) e IBGE.

**Figura 2** - Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica do Sul do Brasil) que sofreram exploração madeireira Alvorada (a) Congonhas (b) e Santo Antônio (c).



**Fonte:** Imagens adaptadas do Google Earth Pro. Imagens: Landsat / Copernicus: 23/05/2016.

**Figura 3.** Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica do Sul do Brasil) sem histórico de exploração madeireira Parque Estadual Mata dos Godoy (a) Mata do Bule (b) e Parque Estadual Ibicatu (c).



Fonte: Imagens adaptadas do Google Earth Pro. Imagens: Landsat / Copernicus: 23/05/2016

**Tabela 1** - Área, localização e caracterização de Florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Norte do Paraná. P.E= Parque Estadual; R.L= Reserva legal; UC= Unidade de Conservação; m s.n.m = Metros sobre o nível do mar.

Florestas	Área total (ha)	Município	Bacia	Categoria	Altitude (m s.n.m)
<b>Exploradas</b>					
Alvorada	122	Alvorada do Sul-PR	Tibagi	R.L	340
Congonhas	108	Rancho Alegre-PR	Tibagi	R.L	350
Santo Antônio	32	Sertaneja-PR	Tibagi	R.L	350
<b>Não - Exploradas</b>					
Mata do Bule	350	Arapongas-PR	Tibagi	R.L	650
P.E Mata dos Godoy	650	Distrito São Luiz-PR	Tibagi	UC	600
P. E. Ibicatu	186	Centenário do Sul-PR	Tibagi	UC	400

## Capítulo 2

### *Fragmentos Florestais*

No Capítulo 2 do presente estudo, as florestas exploradas e as não-exploradas,

descritas nos tópicos anteriores, foram utilizadas como ecossistemas de referência para avaliar o desenvolvimento de 8 reflorestamentos.

A biomassa acima do solo (BAS), assim como, as classes de tamanho e a área basal (AB), foram utilizados como indicadores do sucesso de recuperação das áreas reflorestadas, e todas essas variáveis encontradas nos reflorestamentos foram comparadas com as encontradas nos fragmentos florestais de referência.

### *Reflorestamentos*

Os reflorestamentos estão localizados ao redor dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Taquaruçu e Capivara (Figura 1). Em 2001, foi iniciado nessas áreas um programa de reflorestamento pela empresa de energia Duke Energy (atual CTG), em parceria com o Laboratório de Biodiversidade e Conservação de Ecossistemas (LABRE-UEL). Os reflorestamentos apresentam idade entre 13 a 15 anos (contagem realizada a partir da data de plantio das mudas) (Tabela 2).

As áreas Anhumas 1, Anhumas 2 e as ACAs (Áreas de Conservação Ambiental) Aca Capim 5, Aca Capim 6 e Aca Salto estão localizadas na divisa com o Estado de São Paulo e ao redor do reservatório da UHE de Taquaruçu (Figura 1 e 4). A área ACA Salto apresenta alagamento frequente em alguns pontos, além disso, foi registrada a presença de atividade pecuária no interior desse reflorestamento. As áreas ACA Capim 5 e Anhumas 1 também apresentaram alagamentos em alguns pontos, esses eventos foram registrados durante a coleta de dados para o desenvolvimento deste estudo.

Os reflorestamentos Alvorada, Congonhas e Santo Antônio estão localizados ao redor da UHE de Capivara e são adjacentes as três florestas exploradas que foram descritas nos tópicos anteriores (Figura 1 e 4).

**Figura 4.** Sítios de reflorestamentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana) Aca Capim 5 (a) Aca Capim 6 (b) Aca Salto (c) Alvorada (d) Anhumas 1 (e) Anhumas 2 (f) Congonhas (g) e Santo Antônio (h).



**Fonte:** Imagens adaptadas do Google Earth Pro. Imagens: Landsat / Copernicus: 23/05/2016.

**Tabela 2** - Caracterização das Áreas de Reflorestamentos da Mata Atlântica do Norte do Paraná. Área total (hectare), Município, Bacia, Idade e Altitude. Aca = Área de Conservação Ambiental; m s.n.m = Metros sobre o nível do mar.

<b>Reflorestamentos</b>	<b>Área total (ha)</b>	<b>Município</b>	<b>Bacia/Rio</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Altitude (m s.n.m)</b>
Alvorada	11	Alvorada do Sul-PR	Tibagi	13	340
Congonhas	21	Rancho Alegre-PR	Tibagi	15	350
Santo Antônio	15	Sertaneja-PR	Tibagi	13	337
Aca Anhumas 1	30	Nantes-SP	Paranapanema	13	290
Aca Anhumas 2	43	Nantes-SP	Paranapanema	13	290
Aca Capim 5	28	Porecatu-PR	Paranapanema	13	291
Aca Capim 6	58	Porecatu-PR	Paranapanema	13	292
Aca Salto	55	Porecatu-PR	Paranapanema	13	293

#### *Delineamento amostral*

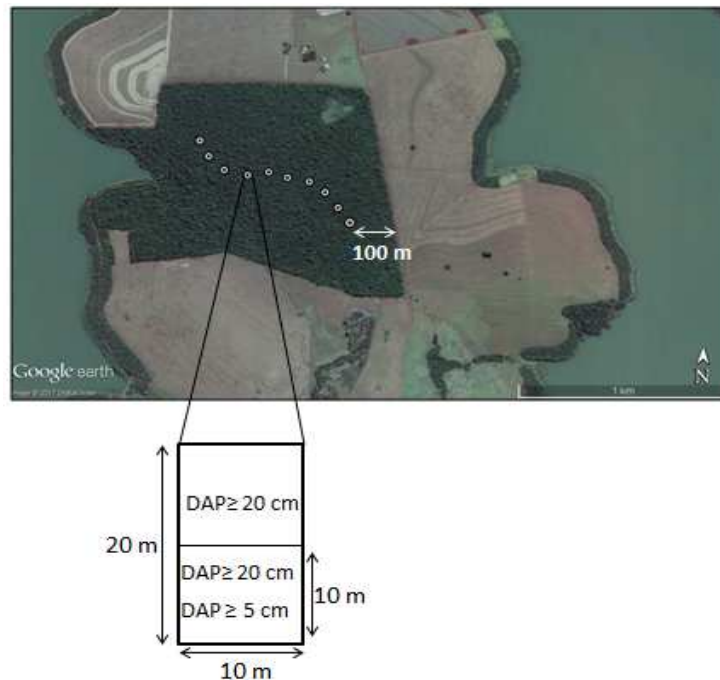
Em todas as áreas de estudo (fragmentos e reflorestamentos), foram instaladas dez parcelas permanentes de 10 x 20 m ao longo de um transecto de 1 Km, onde foram realizados inventários florestais. Essas parcelas também serão utilizadas em pesquisas futuras do PELD – MANP do qual este estudo faz parte, citado no tópico anterior. Entre a primeira parcela e a borda de cada fragmento/reflorestamento foi mantida a distância de 100 metros, para minimizar os efeitos de borda. A mesma distância foi repetida entre cada ponto onde as

seguintes parcelas foram instaladas (Figura 5).

Todos os indivíduos arbóreos presentes no interior das parcelas com diâmetro à altura do peito (DAP - 1.30 m do solo) maior ou igual a 5 cm foram identificados e tiveram as medidas de DAP e altura total ( $H_{total}$ ) registradas (Figura 5). As medidas de DAP foram realizadas utilizando-se uma fita métrica com precisão de 1 mm e as estimativas de altura total ( $H_{total}$ ) foram realizadas com auxílio de um bastão graduado. Os indivíduos com DAP menor do que 20 cm (com até 5 cm) foram amostrados somente nos 100 m<sup>2</sup> da parcela (Figura 5).

A identificação dos indivíduos, quando possível, foi realizada em campo ou no Herbário da Universidade Estadual de Londrina (UEL), onde eles foram identificados em nível de espécie, gênero ou família.

**Figura 5:** Modelo do delineamento amostral e das parcelas instaladas para o inventário florestal em 14 sítios de estudo (fragmentos e reflorestamentos) de Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Imagem: Fragmento Florestal Alvorada.



**Fonte:** Imagem adaptada do Google Earth Pro. Imagem: Lansat / Copernicus. **Nota:** A mesma distância mantida entre a borda e a primeira parcela (100 m) foi mantida entre cada unidade amostral.

#### *Estimativas da biomassa acima do solo*

As estimativas da BAS foram realizadas utilizando-se equações alométricas pantropicais, as equações utilizadas foram desenvolvidas por Chave et al (2005) e Chave et al (2014). Essas equações incluem o DAP (cm), a  $H_{total}$  (m) e a densidade espécie específica da madeira ( $g \cdot cm^{-3}$ ) representados por  $DAP^2$  e  $D^2$ ,  $H$  e  $\rho$  respectivamente (Equação 1 e 2).

**Equação 1:**  $BAS = (-2.977 + \ln(\rho * DAP^2 * H))$  (Chave et al., 2005)

**Equação 2:**  $BAS = 0,0673 \times (\rho D^2 H)^{0.976}$  (Chave et al., 2014)

A equação desenvolvida por Chave et al (2005) é recomendada para os indivíduos arbóreos que apresentam DAP maior ou igual 5 cm até 156 cm, no entanto, a equação desenvolvida por Chave et al (2014) apresenta um erro menor para as árvores com DAP acima de 30 cm. Dessa forma, as equações foram aplicadas considerando os intervalos de classes de DAP recomendados pelos autores para calcular a BAS em Kg. Para as árvores que apresentaram troncos com ramificações foi calculado o DAP equivalente:

$$DAP \text{ equivalente} = \sqrt{dap1^2 + dap2^2 + dap3^2 + \dots + dap4^2}$$

e esse valor foi aplicado nas equações alométricas para o cálculo da BAS (JUNIOR et al., 2014).

A densidade espécie específica da madeira foi determinada utilizando-se amostras de cilindros de madeira. As coletas de madeira foram realizadas com um trado de incremento ou sonda de Pressler, com diâmetro interno de 5.15 mm. Os indivíduos arbóreos foram escolhidos ao acaso, em locais próximos aos sítios de estudo, fora das parcelas utilizadas para os inventários florestais devido ao procedimento aumentar as chances de mortalidade das árvores, evitando-se apenas coletar material em árvores danificadas (Figura 6). Foi coletada uma amostra de madeira por indivíduo arbóreo e, quando possível, três por espécie, a perfuração realizada para a coleta desse material foi preenchida com massa de calafetar, para minimizar as chances da entrada de patógenos e acelerar a recuperação dos indivíduos amostrados.

Em campo, as amostras foram acondicionadas em canudos plásticos umedecidos com algodão e levadas para o Laboratório de Biodiversidade e Conservação de Ecossistemas (LABRE-UEL) (Figura 6). A densidade espécie específica foi determinada pelo método da razão da massa seca pelo volume fresco ( $M_{seca}/VOL_{fresco}$ ) (TRUGILHO et al., 1990). O volume fresco foi calculado por meio das medidas de diâmetro e comprimento das amostras, a massa seca foi determinada após secagem das amostras a 95°C em estufa durante 72 horas. Para as espécies que apresentaram cerne e alborno, esses foram medidos e calculados separadamente.

Os indivíduos arbóreos que a identificação taxonômica não pôde ser realizada até o nível de espécie, a densidade da madeira do gênero ou família foi utilizada para calcular a BAS. Algumas espécies que foram identificadas, mas não foram encontrados indivíduos

arbóreos fora das unidades amostrais para as coletas das amostras de madeira, nesses casos, foi utilizada a densidade espécie específica informada no banco de dados Global Wood Density Database (ZANNE et al., 2009; Apêndice A).

Os indivíduos para os quais não foi possível fazer a identificação taxonômica nem em nível de família, a BAS foi calculada através do volume da madeira utilizando-se o fator forma de 0.6 (Equação 3). Para as Palmeiras e indivíduos do gênero *Cecropia*, devido a alometria e a escassez de equações que incluem intervalos de DAP maiores do que 10 cm para estimar a BAS, as estimativas também foram realizadas através do volume da madeira e multiplicado pela densidade espécie específica (Equação 3).

$$\text{Equação 3: Volume} = (\text{DAP}/2)^2 * 3.1416 * \text{H} * 100) * 0.6$$

**Figura 6** - Coleta de amostras de madeira para a determinação da densidade espécie específica em fragmentos de Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana).



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVIGLIONE, J. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/pagina-677.html>.>
- CHAVE, Jérôme et al. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, [s.l.], v. 20, n. 10, p.3177-3190, 21 jun. 2014. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12629>.
- CHAVE, J. et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, [s.l.], v. 145, n. 1, p.87-99, 22 jun. 2005. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>.

- EMBRAPA. **Mapa de solos do estado do Paraná.** 2007. Disponível em:  
 <file:///C:/Users/fatiarcanjo/Downloads/doc96-2007-parana-final (4).pdf >. Acesso em: 29 jun. 2017.
- FERREIRA, Luiz Gustavo Batista et al (Org.). **O fenômeno El niño de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do Paraná.** 2017. Disponível em:  
 <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/agrometeorologia/2017-01-09-boletim-enos.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agrometeorologia/2017-01-09-boletim-enos.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2017.
- IAP. **Plano de manejo do Parque Estadual Ibicatu - PR.** Curitiba: Igplan, 2015.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ IAPAR. 2016. Dados diários. Disponível em:  
<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2236>.
- MEDEIROS, Hugo Reis; TOREZAN, José Marcelo. Evaluating the ecological integrity of Atlantic forest remnants by using rapid ecological assessment. **Environmental Monitoring And Assessment**, [s.l.], v. 185, n. 5, p.4373-4382, 21 set. 2012. Springer Nature.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10661-012-2875-7>.
- NOGUEIRA JÚNIOR, Lauro Rodrigues et al. Allometric equations for estimating tree biomass in restored mixed-species Atlantic Forest stands. **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.1-9, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1676-06032013008413>.
- TOREZAN, J.M. D.. Nota sobre a vegetao da bacia do rio Tibagi, in: Medri, M.E., Bianchini, E., Shibatta, O.A., Pimenta, J.A. (Eds.), **A bacia do rio Tibagi, Londrina**, pp. 103-107. 2002.
- TRUGILHO, P F et al. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 20, p.307-319, 1990.
- VICENTE, Raquel Fila (Org.). O parque Estadual Mata dos Godoy. In: TOREZAN, José Marcelo D. **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy.** Londrina: Itedes, 2006. p. 13-17.
- ZANNE, A.E et al.,. Global Wood Density Database. DRYAD. Disponível em:  
 <<http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>> (accessed 2016.12.02).

## CAPÍTULO 1

### **Biomassa arbórea como indicador de degradação em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana que sofreram extração seletiva de madeira**

Fátima Arcanjo<sup>1</sup> e José Marcelo Torezan<sup>2</sup>

Artigo a ser submetido à Revista Forest Ecology and Management\*

#### RESUMO

A biomassa acima do solo (BAS) é um indicador importante do sequestro de carbono, um serviço ecossistêmico indispensável para a mitigação das mudanças climáticas. Distúrbios antrópicos, como a exploração de madeira, podem reduzir a BAS e a sua recuperação sob diferentes pressões ambientais pode levar à estabilização em um nível diferente do original, o que pode comprometer a qualidade de Fragmentos florestais que são usados como Ecossistemas de referência na Restauração ecológica. Diante disso, a fim de verificar os efeitos da exploração madeireira na BAS em Ecossistemas de referência, foi estimada a BAS em seis remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Paraná, Brasil. Três deles sofreram extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos e foram chamados de “Florestas exploradas”. Eles foram comparados com três fragmentos sem histórico de exploração, chamados de “Florestas não-exploradas”. Em cada sítio de estudo, dez parcelas de 10 x 20 m foram instaladas e todos indivíduos arbóreos no interior das parcelas que apresentaram diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm foram inventariados. Para estimar a BAS utilizou-se de equações alométricas. As Florestas exploradas foram comparadas com as não-exploradas em relação a BAS, área basal (AB) e distribuição dos indivíduos arbóreos em classes de diâmetro. A BAS encontrada nas Florestas exploradas ( $186.2 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foi menor do que a encontrada nas não-exploradas ( $383.4 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Não foi encontrada diferença entre as florestas para a distribuição dos indivíduos arbóreos entre as classes de diâmetro, porém a AB das Florestas exploradas ( $32.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), assim como a BAS, ainda não foi recuperada até o nível das Florestas não-exploradas ( $47.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ). Essas alterações nas Florestas exploradas, mesmo 40 anos após os eventos de distúrbios pela exploração madeireira terem sido causados, podem ser devido a substituição das espécies que apresentam madeira pesada, portanto são mais exploradas, por espécies de madeira leve.

**Palavras-chave:** Exploração madeireira. Sequestro de carbono. Restauração ecológica. Remanescentes de Mata Atlântica. Ecossistemas de referência.

---

\*Instruções para autores em <http://www.elsevier.com/journals/forest-ecology-and-management/>

## 1. INTRODUÇÃO

O desmatamento das florestas tropicais emite grandes quantidades de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera, sendo um dos fatores que mais pode contribuir com as alterações climáticas em escala regional e mundial (Meister et al., 2011). As florestas tropicais absorvem e emitem carbono pelos processos de fotossíntese e respiração das plantas, porém quando são submetidas a distúrbios de origem antrópica, como o desmatamento e a fragmentação que alteram a dinâmica de crescimento das árvores e as taxas de mortalidade e recrutamento, o ciclo do carbono pode ser afetado e elas podem aumentar as suas emissões de CO<sub>2</sub> (Clark, 2004; Bonan et al., 2008; Pyle et al., 2008; Meister et al., 2011).

A velocidade e a intensidade em que as mudanças climáticas têm ocorrido após a revolução industrial preocupa a comunidade científica e líderes mundiais (Chang, 2004). As influências antrópicas sob essa intensificação têm sido cada vez mais claras (IPCC, 2013). A maior parte do carbono das florestas tropicais é estocado na biomassa das árvores grandes, um único indivíduo de grande porte pode concentrar a mesma quantidade de biomassa que um conjunto de árvores de médio e pequeno porte (Slik et al., 2013). As árvores grandes também são as mais susceptíveis à exploração madeireira e as mais sensíveis às variações climáticas (Vieira et al., 2004; Lindenmayer, Laurance e Franklin, 2012; Slik et al., 2013; Stephenson et al., 2014).

A exploração madeireira também altera os regimes de perturbação natural dos ecossistemas florestais e conduz a abertura de mais clareiras, devido a extração das árvores de grande porte, isso afeta diretamente a dinâmica estrutural e funcional das florestas (Ramankutty et al., 2007). Compreender as respostas e a recuperação desses ecossistemas florestais após os distúrbios como a exploração de madeira, é fundamental para melhorar as previsões sobre o potencial das florestas tropicais em estocar ou perder carbono (Vieira et al., 2004; Ramankutty et al., 2007), bem como, para mensurar a qualidade delas como ecossistemas de referência para a restauração ecológica.

A Mata Atlântica apresenta poucos dos seus remanescentes florestais acima de 100 hectares e uma das principais ameaças a esses remanescentes ainda é a exploração madeireira (SOS Mata Atlântica, 2015). O impacto da exploração pode alterar a BAS dos remanescentes florestais, além disso, os fragmentos com menos de 100 hectares são mais susceptíveis aos efeitos de borda e a outros efeitos da fragmentação, a combinação desses fatores pode elevar ainda mais as perdas de CO<sub>2</sub> das florestas tropicais (Pütz et al., 2014).

Em florestas tropicais, a precisão no mapeamento dos estoques de carbono

depende da disponibilidade de modelos alométricos confiáveis; modelos que incluem a densidade espécie específica da madeira têm apresentado previsões mais realistas, especialmente, quando uma gama mais ampla de tipos de vegetação está incluída nessas estimativas (Baker et al., 2004; Chave et al., 2014).

A densidade da madeira pode indicar o investimento ou o armazenamento de carbono por unidade de volume do caule, sendo o segundo parâmetro mais importante depois do diâmetro à altura do peito (DAP cm - 1.30 m do solo), para predizer com melhor precisão a massa de um indivíduo arbóreo (Chave et al., 2005; Chave et al., 2009). Esses modelos também podem ajudar a compreender como os distúrbios, entre eles a exploração de madeira, afetam os padrões da BAS.

Estimativas da biomassa acima do solo (BAS) realizadas na Mata Atlântica, em Floresta úmida da Serra do mar, por meio equações alométricas e análises de sensoriamento remoto, apresentam valores entre 166.3 a 283.2 Mg.ha<sup>-1</sup>, esses valores aumentam com o nível de elevação topográfica e com a presença de árvores com diâmetro maior ou igual a 50 cm (Alves et al., 2010). Estimativas realizadas na Floresta Estacional Semidecidual do Estado de Roraima, Brasil, apresentam valores da BAS de 292.1 Mg.ha<sup>-1</sup> (Nascimento et al., 2007), próximo aos valores encontrados para a Serra do mar no Brasil (Alves et al., 2010) e em Florestas úmidas das Costa Rica (217.7 Mg.ha<sup>-1</sup>) (Rozendaal e Chazdon., 2015).

Os remanescentes florestais mesmo quando submetidos a perturbações severas são, na maioria das vezes, os únicos ecossistemas que podem ser utilizados como padrão para a restauração ecológica em algumas regiões. Fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual Submontana têm apresentado BAS abaixo dos níveis esperados (Suganuma e Torezan, 2013; Bordignon, 2015) para as Florestas da mesma região, dessa forma, o papel e a qualidade desses fragmentos como ecossistemas de referência para avaliar a recuperação da BAS podem ser questionados.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi mensurar as alterações na BAS em fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual Submontana submetidos ou não à extração seletiva de madeira. Após cerca de 40 anos da retirada da madeira, o processo de regeneração da floresta pode ou não ter resultado em uma recuperação do estoque de carbono. Foi testada a hipótese de que os fragmentos florestais que sofreram extração de madeira, há cerca de 40 anos, tem menor BAS do que fragmentos que não sofreram este tipo de perturbação.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Análises dos dados

As Florestas exploradas foram comparadas com as não exploradas em relação a BAS, distribuição dos indivíduos arbóreos em classes de DAP, distribuição da BAS em classes de DAP e área basal (AB).

Devido aos valores da BAS, entre as unidades amostrais, apresentar variação muito alta, por efeito das árvores com DAP maior ou igual a 100 cm que, são de menor ocorrência, mas as mais representativas para BAS, foi aplicada uma análise de permutação para comparar a BAS entre as florestas exploradas e as não-exploradas. Essa análise foi utilizada para evitar que esses *outliers* (árvores muito grandes) viessem a interferir nos resultados.

As amostras foram permutadas aleatoriamente em um sorteio sem reposição e foi calculada a diferença entre as florestas exploradas e as não-exploradas. A partir dessa diferença foi criado, então, um conjunto de dados permutado cuja diferença da média da BAS, entre as florestas exploradas e as não - exploradas, foi calculada e retornada.

Foram realizadas 10.000 permutações, a partir do conjunto de dados criado, com os valores da BAS sendo recolocados (amostragem sem repetição), mas dessa vez, misturando-se os valores da BAS das florestas exploradas e não-exploradas ( $\alpha=0,05$ ) (Gotelli, 2011).

Os indivíduos arbóreos foram distribuídos em três classes de DAP. A distribuição entre as classes foi realizada utilizando-se o intervalo de 40 cm. Esse intervalo foi escolhido por evitar que os dados ficassem acumulados em apenas uma das classes, bem como, a fim de evitar a ocorrência de classes vazias. Foi realizado o teste de Qui-Quadrado ( $\alpha=0,05$ ) para analisar a distribuição dos indivíduos e da BAS por classes de DAP.

A comparação da área basal (AB) entre as florestas exploradas e não-exploradas foi realizada utilizando-se a mesma análise de permutação realizada para as comparações da BAS ( $\alpha=0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R 3.3.1 (R Core Team, 2016).

## 3. RESULTADOS

A BAS nas florestas exploradas ( $186.9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foi menor do que a das

florestas não-exploradas ( $383.4 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (Figura 1). Não houve diferença, entre as florestas exploradas e as não-exploradas, em relação a distribuição dos indivíduos por classes de DAP (Figura 2). A maior densidade de indivíduos ocorreu no primeiro intervalo de classes e os dois tipos de florestas apresentaram o padrão de “J” invertido (Figura 2). Foram amostrados indivíduos arbóreos grandes (DAP maior ou igual a 95 cm), em todos os fragmentos florestais explorados, com exceção do fragmento Santo Antônio (Figura 2).

A distribuição da BAS por classes de DAP não apresentou diferença entre as florestas exploradas e as não-exploradas, contudo, nas florestas exploradas, a maior parte da BAS encontrou-se acumulada nos indivíduos com DAP menor do que de 45 cm. O contrário ocorreu nas florestas não-exploradas, onde a maior parte da BAS encontrou-se acumulada nos indivíduos arbóreos com mais de 45 cm de DAP (Figura 2). A área basal (AB) das florestas não-exploradas ( $47.4 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ ), assim como ocorreu com a BAS, também foi maior do que a das exploradas ( $32.4 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (Tabela 1).

Tanto para as florestas exploradas (83%) como para as não-exploradas (92%), a maior parte da BAS encontrou-se acumulada nos indivíduos arbóreos com DAP maior do que 20 cm (Tabela 1). Dentro dessas classes de DAP ( $\geq 20$  cm), algumas espécies acumularam mais BAS (Tabela 2). A maior proporção da BAS, nas florestas exploradas, foi encontrada nas espécies *Gallesia integrifolia* (Spreng.) (Pau d’ alho), *Astronium graveolens* Jacq. (Guaritá) e *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg (Peroba-rosa). Essas espécies representaram 54% da BAS dos indivíduos arbóreos com DAP maior do que 20 cm nessas florestas (Tabela 2). Essa distribuição da BAS entre as espécies, não foi igual para todas as florestas exploradas.

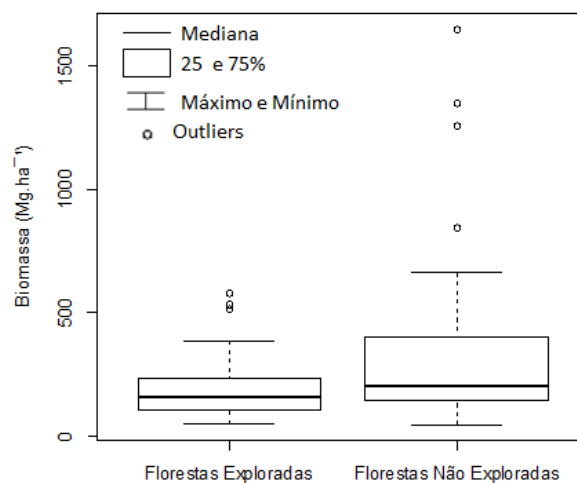
No fragmento Alvorada, encontrou-se 48% da BAS acumulada em *G. integrifolia* e *A. graveolens* e apenas 4% em *A. polyneuron* e Congonhas 39% em *A. polyneuron*, 17% em *G. integrifolia* e apenas 1% em *A. graveolens* (Tabela 2). Santo Antônio apresentou padrão similar ao que foi encontrado em Alvorada, com 51% da BAS acumulada em *G. integrifolia* e *A. graveolens*, porém nesse fragmento não foi amostrado nenhum indivíduo de *A. polyneuron* com DAP acima de 20 cm (Tabela 2).

As espécies que mais acumularam BAS nas florestas não-exploradas foram as mesmas que as das florestas exploradas mais *Ficus insipida* Willd (Figueira-do brejo), porém as proporções de BAS acumulada nos indivíduos arbóreos dessas espécies, entre exploradas ou não, foram diferentes (Tabela 2). No P.E Ibicatu encontrou-se a maior parte da BAS acumulada em *G. integrifolia* (23%) e *F. insipida* (21%), *A. polyneuron* representou apenas

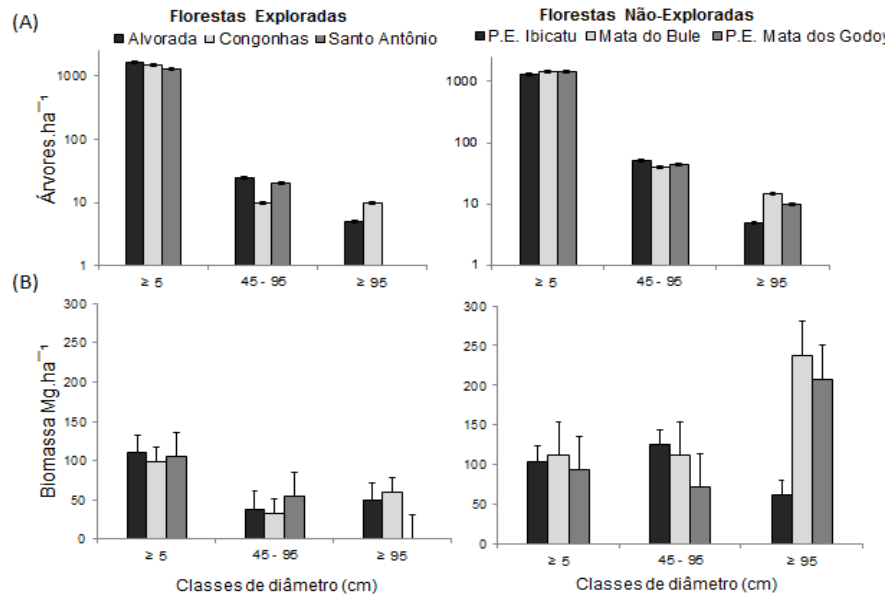
3% da BAS nesse fragmento (Tabela 2). Na Mata do Bule encontrou-se o opostos do P.E Ibicatu, 43% da BAS se encontra acumulada em *A. polyneuron* e apenas 10% em *A. graveolens* (Tabela 2). Por fim, no P. E Mata dos Godoy, encontrou-se a maior parte da BAS em *F. insipida* (42%), *A. polyneuron* (18%) e *G. integrifolia* (1%) (Tabela 2). No P.E Mata dos Godoy, apenas um indivíduo de *F. insipida* com DAP igual a 220 cm acumulou 155.7 Mg.ha<sup>-1</sup> da BAS (Tabela 2).

Os valores de densidade da madeira (g.cm<sup>-3</sup>) das espécies que acumularam a maior proporção da BAS, nas florestas exploradas e não- exploradas, variaram de médio a moderado (Tabela 3). Dessas espécies, o maior valor de densidade da madeira foi o de *A. polyneuron* (0.71 g.cm<sup>-3</sup>), seguida de *A. graveolens* (0.62 g.cm<sup>-3</sup>), *G. integrifolia* (0.49 g.cm<sup>-3</sup>) e *F. insipida* (0.41 g.cm<sup>-3</sup>) (Apêndice A). Os valores da densidade espécie específica da madeira, encontrados neste estudo, foram comparados com os informados no Global Wood Density Database (ZANNE et al., 2009). Encontrou-se valores da densidade da madeira, para essas cinco espécies, próximos aos valores informados no banco de dados Global Wood Density Database (G.W.D.D).

A espécie que mais se distanciou do valor informado no banco de dados G.W.D.D foi *A. graveolens* (0.78 g.cm<sup>-3</sup>), essa diferença pode estar associada aos métodos utilizados para a determinação da densidade entre o presente estudo e os informados no banco de dados G.W.D.D. *A. polyneuron*, *G. integrifolia* e *F. insipida* apresentaram valores mais próximos no G.W.D.D aos dos encontrados neste estudo, esses valores foram de 0.73 g.cm<sup>-3</sup>, 0.51 g.cm<sup>-3</sup> e 0.38 g.cm<sup>-3</sup> respectivamente.



**Fig. 1.** Biomassa acima do solo (Mg.ha<sup>-1</sup>) encontrada em florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Valores representados por unidade amostral. IC  $\pm$  95%; n=30 para cada tipo de Floresta (explorada e não-explorada).



**Fig. 2.** Distribuição da densidade de indivíduos (árvores. ha<sup>-1</sup>) (a) e biomassa acima do solo (BAS) (Mg.ha<sup>-1</sup>) por classes de diâmetro (DAP cm) (b) em florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). A densidade de indivíduos (árvores. ha<sup>-1</sup>) está representada em escala log. IC  $\pm$  95%.

**Tabela 1.**

Densidade de indivíduos (árvores.ha<sup>-1</sup>), Área Basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e biomassa acima do solo (BAS) (Mg. ha<sup>-1</sup>) encontrados em Florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil. Os valores demonstrados ao lado da Área basal e da BAS referem-se ao Erro padrão da média.

Florestas Exploradas	Densidade de Indivíduos (Árvores. ha <sup>-1</sup> )	Área Basal (m <sup>2</sup> . ha <sup>-1</sup> )	Biomassa (Mg. ha <sup>-1</sup> )
DAP $\geq$ 5 cm			
Alvorada	1.410	11.2 $\pm$ 0.95	39.6 $\pm$ 4.48
Congonhas	1.330	11.4 $\pm$ 1.87	31.9 $\pm$ 4.84
Santo Antônio	1.170	6.9 $\pm$ 0.86	24.7 $\pm$ 4.01
<b>Total</b>	<b>1.303</b>	<b>9.8 <math>\pm</math> 1.49</b>	<b>32.1 <math>\pm</math> 4.27</b>
DAP $\geq$ 20 cm			
Alvorada	230	27.0 $\pm$ 6.68	153.3 $\pm$ 46.2
Congonhas	210	23.7 $\pm$ 6.68	172.6 $\pm$ 52.9
Santo Antônio	195	17.0 $\pm$ 4.39	136.5 $\pm$ 43.5
<b>Total</b>	<b>211</b>	<b>22.6 <math>\pm</math> 2.95</b>	<b>154.1 <math>\pm</math> 10.4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.514</b>	<b>32.4</b>	<b>186.2</b>
Florestas Não - Exploradas	Densidade de Indivíduos (Árvores. ha <sup>-1</sup> )	Área Basal (m <sup>2</sup> . ha <sup>-1</sup> )	Biomassa (Mg. ha <sup>-1</sup> )
DAP $\geq$ 5 cm			
P.E Ibicatu	1.190	7.5 $\pm$ 0.98	40.9 $\pm$ 6.7
Mata do Bule	1.300	8.7 $\pm$ 0.87	34.7 $\pm$ 3.3
P.E Mata dos Godoy	1.280	9.3 $\pm$ 0.86	33.8 $\pm$ 2.6
<b>Total</b>	<b>1.256</b>	<b>9.2 <math>\pm</math> 1.13</b>	<b>36.5 <math>\pm</math> 2.22</b>
DAP $\geq$ 20 cm			
P.E Ibicatu	205	27.9 $\pm$ 6.12	260.5 $\pm$ 68.0
Mata do Bule	225	38.7 $\pm$ 9.14	432.5 $\pm$ 149.9
P.E Mata dos Godoy	230	48.1 $\pm$ 18.2	347.8 $\pm$ 150.0
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>38.2 <math>\pm</math> 5.83</b>	<b>346.9 <math>\pm</math> 49.6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.472</b>	<b>47.4</b>	<b>383.4</b>

**Tabela 2.**

Espécies com maior biomassa acumulada ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) em Florestas exploradas e não-exploradas da Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). N.O: Não observada.

Espécies (DAP $\geq$ 20 cm)	Florestas Exploradas		Florestas Não - Exploradas			
	Alvorada	Congonhas	Santo Antônio	P.E. Ibicatu	Mata do Bule	P.E Mata dos Godoy
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.						
AB ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ )	1.0	8.2	N.O	1.8	12.1	5.94
BAS ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	9.5	79.2	N.O	7.7	199.7	67.8
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms						
AB ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ )	10.2	7.0	6.0	7.4	N.O	0.47
BAS ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	61.7	35.0	44.2	64.8	N.O	3.71
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.						
AB ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ )	5.4	0.28	3.1	2.5	3.7	N.O
BAS ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	33.2	2.18	38.5	31.4	47.1	N.O
<i>Ficus insipida</i> Willd						
AB ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ )	N.O	N.O	N.O	4.9	N.O	19.0
BAS ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	N.O	N.O	N.O	61.1	N.O	155.7
<b>BAS (%)</b>	<b>54%</b>	<b>56%</b>	<b>51%</b>	<b>55%</b>	<b>53%</b>	<b>60%</b>

\*Foram considerados somente os indivíduos com DAP  $\geq$  20 cm

#### 4. DISCUSSÃO

A exploração madeireira pode ter efeitos severos na riqueza e composição das espécies dos ecossistemas florestais, assim como na diversidade funcional dessas florestas (Carreño-rocabado et al., 2012; Döbert et al., 2017). Florestas tropicais que sofreram exploração madeireira com alto nível de intensidade, podem apresentar caules e troncos com menor densidade da madeira, o que pode alterar a composição funcional da comunidade vegetal levando a predominância das espécies de crescimento rápido (Carreño-rocabado et al., 2012).

A menor BAS, nas florestas exploradas, pode estar relacionada a substituição das espécies com densidade da madeira mais pesada como a *A. polyneuron* ( $0.71 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), por espécies com densidade da madeira mais leve como *G. integrifolia* ( $0.49 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). Nas Florestas Exploradas 25% da BAS foi encontrada em *G. integrifolia* contra 17% nas não-exploradas. *G. integrifolia* é uma espécie intolerante à sombra, investe no crescimento em altura, por essa razão alcança rapidamente o dossel atingindo, posteriormente, grandes diâmetros (Wright et al., 2003; Bianchini et al., 2010; Lancher, Boeger et al., 2012).

A baixa ocorrência de *A. polyneuron* e a menor representatividade dessa espécie na BAS nas florestas exploradas (47%) quando comparada às não-exploradas (71%),

também pode ser considerado um indicador da substituição das espécies de madeira pesada por espécies de madeira leve após a exploração madeireira. *A. polyneuron* é uma espécie tolerante a sombra que, apresenta crescimento lento e longo tempo de vida, essas espécies acumulam maior biomassa desde a fase inicial do seu desenvolvimento (Bianchini et al., 2010; Lancher, Boeger e Marques., 2012).

Depois do DAP, a densidade espécie específica da madeira é o segundo melhor parâmetro para predizer, com mais acurácia, a massa de um indivíduo arbóreo (Chave et al., 2009). A presença de *A. polyneuron* em maior densidade e em classes com mais de 20 cm de DAP pode ser uma das explicações para o maior valor da BAS encontrado nas florestas não-exploradas, devido a colheita dessa espécie na década de 70, os indivíduos de *A. polyneuron* ainda não atingiram, nas florestas exploradas, os diâmetros encontrados nas florestas não-exploradas.

Existe uma diferença considerável na distribuição da BAS, entre as espécies, nas florestas exploradas. Essa diferença pode estar relacionada a intensidade do distúrbio causado pela exploração madeireira (Carreño-rocabado et al., 2012). Em Congonhas, a maior parte da BAS ainda é encontrada em *A. polyneuron*, no entanto, nesse fragmento, não foi amostrado nenhum indivíduo de *A. graveolens* com DAP maior do que 20 cm.

A madeira de *A. graveolens* também apresenta valor econômico (Carvalho, 1994), isso sugere que, no fragmento Congonhas, foram colhidos os indivíduos dessa espécie durante a extração seletiva de madeira e não *A. polyneuron*. Congonhas, dos fragmentos explorados, é o que apresenta a maior BAS para os indivíduos com DAP maior ou igual a 20 cm, isso pode estar relacionado a presença de *A. polyneuron*, contudo, devido a colheita de *A. graveolens*, essa área ainda apresenta BAS menor que a dos fragmentos não-explorados dentro das classes de DAP maior ou igual a 20 cm.

Alvorada e Santo Antônio, aparentemente, sofreram exploração madeireira de intensidade similar. O acúmulo da BAS (DAP  $\geq$  20 cm), nessas duas florestas, ocorre nas mesmas espécies (*G. integrifolia* e *A. graveolens*). A presença de *A. graveolens* em diâmetros maiores (DAP  $\geq$  50 cm), nessas áreas, sugere que ou essa espécie não foi colhida ou após a exploração madeireira (40 anos atrás) ela já conseguiu se restabelecer. A maior parte da BAS, nessas duas áreas, ainda assim, foi encontrada em *G. integrifolia* que pode ser considerada indicadora de distúrbio intenso quando presente em altas densidades, essa espécie já atingiu DAP  $\geq$  50 cm após a extração das espécies que substituiu (*A. polyneuron*). Ao mesmo tempo, a presença de árvores com DAP grande pode ser um indicador do avanço na recuperação da BAS, entre outros parâmetros, nesses dois fragmentos florestais.

O tempo que as Florestas exploradas levarão para atingir o padrão das florestas não-exploradas é incerto. As espécies com densidade da madeira mais leve como *G. integrifolia* apresentam altas taxas de crescimento em diâmetro, mas tempo de vida mais curto (Lu et al., 2003; Poorter e Bongers 2006), isso pode alterar a BAS dessas florestas exploradas nos próximos anos.

Os distúrbios de origem antrópica como o desmatamento e a exploração madeireira, por alterar a composição florística dos ecossistemas, podem levar a homogeneização ou “secundarização” das florestas maduras que sofreram esses distúrbios (Arroyo-rodríguez et al., 2013; Joly, Metzger e Tabarelli., 2014). Esse processo de homogeneização pode ser explicado pela perda das espécies raras e tolerantes à sombra e pelo recrutamento e dominância das espécies que respondem a esses distúrbios (Arroyo-rodríguez et al., 2013). Essas mudanças podem limitar o acúmulo das espécies e a diversidade dos ecossistemas florestais que foram degradados em diversos níveis (Arroyo-rodríguez et al., 2013).

As Florestas exploradas, mesmo apresentando indivíduos com DAP maior ou igual 50 cm, não atingiram a estrutura (Área basal) das florestas não-exploradas após 40 anos da ocorrência da extração de madeira. As Florestas não-exploradas, principalmente o P.E. Ibicatu e o P.E. Mata dos Godoy, acumularam 21 e 42% da sua BAS, respectivamente, em apenas um indivíduo de *F. insipida* com DAP maior ou igual a 100 cm, o que não ocorre nas florestas exploradas. Essa observação sugere que os indivíduos com DAP maior ou igual a 100 cm podem conter a maior proporção da BAS de um ecossistema florestal, mesmo ocorrendo em menor densidade. Dessa forma, mesmo a densidade de indivíduos das árvores com  $DAP \geq 20$  cm não variando muito, entre as florestas exploradas e não-exploradas, a área basal dos indivíduos que substituíram as espécies colhidas na exploração madeireira ainda é menor.

O P.E Ibicatu não apresenta histórico de exploração madeireira, entretanto, foram observadas nesse fragmento, algumas características similares a dos fragmentos explorados. A maior parte da BAS (23%) foi encontrada em *G.integrifolia*. Essa espécie pode ter se estabelecido no P.E Ibicatu em clareiras abertas pelo impacto do histórico de fogo (IAP, 2015). Outra possibilidade para a alta densidade dos indivíduos de *G.integrifolia* no P.E Ibicatu, pode estar relacionada a composição do solo e a inclinação do terreno, já que a *G.integrifolia* apresenta associação com áreas em declive (Bianchini et al., 2010). Ainda assim, o P.E Ibicatu apresenta BAS superior a encontrada nos fragmentos explorados.

Os valores da BAS encontrados nas florestas exploradas são ligeiramente

superiores aos valores encontrados em outras estimativas realizadas nos mesmos fragmentos. Suganuma e Torezan (2013) encontraram 37 % a menos da BAS encontrada no presente estudo para as mesmas florestas exploradas. Em estimativas realizadas por Bordignon e Torezan (2015), Congonhas e Santo Antônio apresentaram 47% a menos da BAS do que a encontrada no presente estudo.

As estimativas realizadas por Suganuma e Torezan (2013) apresentam diferença de 10 anos das estimativas realizadas neste estudo, o que pode explicar a diferença entre os valores da BAS. Suganuma e Torezan (2013) e Bordignon e Torezan (2015), além disso, utilizaram nas estimativas da BAS equações alométricas que não incluem a densidade espécie específica da madeira, devido a escassez desses dados na época em que as estimativas foram realizadas. A inclusão da densidade espécie específica nas estimativas, bem como, a diferença entre os anos de coleta, podem ser as razões principais para a variação da BAS entre os estudos.

As estimativas da BAS ainda apresentam incertezas, principalmente, devido a escassez de estudos para todos os tipos de florestas tropicais (Houghton et al., 2007; Houghton et al., 2009). Os métodos utilizados para as estimativas, entre os diversos tipos de florestas tropicais ou de uma mesma região também apresentam contradições, o que tem dificultado as comparações entre elas (Chave et al., 2014). Devido ao aumento linear da BAS de acordo com o avanço do processo de sucessão (Lu et al., 2003), ela pode ser um indicador importante da degradação causada por distúrbios antrópicos, como a extração seletiva de madeira. Diante disso, o aumento da acurácia nas estimativas da BAS é essencial.

Estudos de cronosequência têm se tornado mais comuns nos últimos anos, para o conhecimento do aumento nas taxas da BAS em florestas secundárias abandonadas ou que estão em processo de recuperação (Rozendaal et al., 2015; Poorter et al., 2016) e para inferir o tempo em que áreas reflorestadas podem atingir os padrões estruturais das florestas maduras de referência (Suganuma e Durigan., 2014). Os resultados encontrados neste estudo mostram que as perdas da BAS pela exploração madeireira de 40 anos atrás em florestas maduras, somada a fragmentação, podem alterar a qualidade dessas florestas como ecossistemas de referência para alguns padrões estruturais utilizados na avaliação do sucesso da restauração ecológica.

Devido a essa degradação e a alteração de alguns desses padrões, as florestas maduras, dependendo do nível dos impactos que sofreram, podem atingir um estágio de floresta degradada (Pütz et al., 2014) e a utilização delas como ecossistemas de referência deve ser feita com ressalvas. Pütz et al (2014) apontam que, em fragmentos da Mata Atlântica

as perdas de carbono causadas pelo processo de fragmentação, por meio da criação de bordas adicionais geradas por pressões da matriz agrícola, desmatamento ou queda de árvores nas bordas pode chegar a  $0.43 \text{ Mg.ha}^{-1}$  por ano, essas perdas não estão sendo devidamente contabilizadas.

São necessárias investigações em longo prazo para poder avaliar o tempo que uma floresta madura que foi degradada pode levar para se recuperar, até atingir novamente o padrão de uma floresta madura não degradada. Assim como, para compreender como as espécies que substituíram as colhidas durante a exploração madeireira vão interferir na dinâmica e no avanço da recuperação e perdas da BAS nesses ecossistemas nos próximos anos.

## 5. CONCLUSÃO

O menor valor da biomassa acima do solo (BAS) encontrado nas Florestas exploradas pode estar relacionado à substituição das espécies com densidade espécie específica da madeira pesada, por espécies com densidade espécie específica da madeira leve. Sugerindo que, os distúrbios antrópicos como a exploração madeireira, ainda afetam a biomassa acima do solo desses ecossistemas décadas depois desse evento ter ocorrido.

Nos remanescentes florestais explorados a substituição das espécies de madeira pesada por espécies de madeira leve, em resposta aos impactos causados pela exploração de madeira, parecem ter alterado a dinâmica da biomassa entre as espécies. Dessa forma, os seus valores de biomassa acima do solo e área basal foram afastados do padrão comum para a região encontrado em fragmentos florestais que não sofreram esse tipo de distúrbio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, Luciana F. et al., 2010. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). *Forest Ecology And Management*. 260, 679-691. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.05.023>.
- Arroyo-Rodríguez, Víctor et al., 2013. Plant  $\beta$ -diversity in fragmented rain forests: testing floristic homogenization and differentiation hypotheses. *Journal of Ecology*. 101, 1449-1458. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12153>.
- Baker, Timothy R. et al., 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology, Leeds*. 10, 545-562.
- Bianchini, Edmilson et al., 2010. Slope variation and population structure of tree species from different ecological groups in South Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Londrina*. 643-652.

- Bonan, G. B., 2008. Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of forests. *Science*. American Association for the Advancement of Science (AAAS). 320, 1444-1449. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1155121>.
- Bordingnon, Alexandre de Mello., 2015. Biomassa acima do solo e produção de serapilheira em sítios de restauração da Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 66.
- Burguer, D.M. & Dellitti, W.B.C. 1999. Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira - SP. *Revista Brasileira de Botânica*. 22, 429-435.
- Carreño-Rocabado, Geovana et al., 2012. Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. *Journal Of Ecology*. 100, 1453-1463. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2012.02015.x>.
- Carvalho, 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso em restauração, Brasília: EMBRAPA/CNPQ/SPI
- Chang, Man Yu (Ed.). Sequestro Florestal de carbono no Brasil - Dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas. In: Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo; Ziliotto, Marco Aurélio B., 2004. *Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas*. Curitiba. 15-37.
- Chave, Jerome et al. Towards a worldwide wood economics spectrum., 2014. *Ecology Letters*. 12, 351-366. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>.
- Clark, Deborah A., 2004. Tropical Forests and Global Warming: Slowing It down or Speeding It up? *Frontiers In Ecology And The Environment*, St Louis. 2, 73-80.
- Cochrane, Mark A.; Laurance, William F., 2002. Fire as a Large-Scale Edge Effect in Amazonian Forests. *Journal of Tropical Ecology*. 18, 311-325.
- Gotelli, Nicholas J. *Princípios de estatística em Ecologia*. Porto Alegre: Armated, 2011. 528.
- Döbert, Timm F. et al., 2017. Logging increases the functional and phylogenetic dispersion of understorey plant communities in tropical lowland rain forest. *Journal Of Ecology*. 105, 1235-1245. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12794>.
- Houghton, R.A., 2007. Balancing the global carbon budget. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 35, 313-347.
- Houghton, R.A., Hall, F., Goetz, S.J., 2009. Importance of biomass in the global carbon cycle. *J. Geophys. Res.* 114, G00E03.
- IAP. Plano de manejo do Parque Estadual Ibicatu - PR., 2015. Curitiba: Igplan. 1-262
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Joly, Carlos A.; Metzger, Jean Paul; Tabarelli, Marcelo., 2014. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. *New Phytologist*. 204, 459-473. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.12989>.
- Laurance, W. F. et al., 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278, 1117-1118
- Laurance, W. F. et al., 2006. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 103, 19010-19014

- Larcher, Letícia; Boeger, Maria Regina Torres; Marques, Márcia Cristina Mendes., 2012. Biomass allocation and shade tolerance in tree species of the Atlantic Forest. *Botany*, 90, 830-838. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/b2012-053>.
- Lindenmayer, D. B.; Laurance, W. F.; Franklin, J. F., 2012. Global Decline in Large Old Trees. *Science* 338, 1305-1306 American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1231070>.
- Lu, Dengsheng et al., 2003. Classification of successional forest stages in the Brazilian Amazon basin. *Forest Ecology And Management*. Elsevier BV. 181, 301-312. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-1127\(03\)00003-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-1127(03)00003-3).
- Meister, Kyle et al., 2011. Carbon Dynamics of Tropical Forests. *Managing Forest Carbon In A Changing Climate*. 51-75. Springer Netherlands. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2232-3\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2232-3_4).
- Nogueira, E.M., Nelson, B.W., Fearnside, P.M., França, M.B., de Oliveira, A.C.A., 2008. Tree height in Brazil's 'arc of deforestation': Shorter trees in south and southwest Amazonia imply lower biomass. *Forest Ecology and Management*. 255, 2963-2972. doi:10.1016/j.foreco.2008.02.002
- Poorter, Lourens et al., 2016. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*. 589, 211-214. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/nature16512>.
- Pütz, S., Groeneveld, J., Alves, L. F., Metzger, J. P. & Huth., 2011. A. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: a modelling study for Brazilian Atlantic forests. *Ecol. Model.* 222, 1986–1997.
- Pütz, Sandro et al., 2014. Long-term carbon loss in fragmented Neotropical forests. *Nature communications*. 5, 1-8. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6037>
- Pyle, Elizabeth Hammond et al., 2008. Dynamics of carbon, biomass, and structure in two Amazonian forests. *Journal Of Geophysical Research: Biogeosciences*. 113, 1-20. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1029/2007jg000592>.
- R Core Team., 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Versão 3.3.1
- Ramankutty, Navin et al, 2007. Challenges to estimating carbon emissions from tropical deforestation. *Global Change Biology*. 13, 51-66. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01272.x>.
- Rozendaal, D. M. A. & Chazdon, R. L., 2015. Demographic drivers of tree biomass change during secondary succession in northeastern Costa Rica. *Ecol. Appl.* 25, 506–516
- Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo (Ed.), 2004. Metodologias para a Determinação de Biomassa Florestal. In: Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo; Ziliotto, Marco Aurélio B. *Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas*. Curitiba. 77-93.
- Schiatti, Juliana et al., 2016. Forest structure along a 600 km transect of natural disturbances and seasonality gradients in central-southern Amazonia. *Journal of Ecology* 104, 1335-1346. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12596>.
- Siminski, Alexandre et al., 2011. Secondary Forest Succession in the Mata Atlantica, Brazil: Floristic and Phytosociological Trends. *Isrn Ecology*. 1-19. Hindawi Publishing Corporation. <http://dx.doi.org/10.5402/2011/759893>.

- Slik, J. W. Ferry et al., 2013. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. *Global Ecology And Biogeography*. 22, 1261-1271. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/geb.12092>.
- SOS Mata Atlântica and INPE, 2015. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica-período 2013–2014. Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais—INPE, São Paulo.
- Stephenson, N. L. et al., 2014. Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature*. 507, 90-93 Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/nature12914>.
- Suganuma, Marcio S.; Durigan, Giselda., 2014. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*. 23, 238-251. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/rec.12168>.
- Suganuma, Marcio Seiji; Torezan, José Marcelo Domingues., 2013. Evolução dos processos ecossistêmicos em reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecídua. Hoehnea, Londrina, 557-565.
- Vieira, Simone et al., 2004. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. *Oecologia*, 140, 468-479. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-004-1598-z>.
- Wright, Joseph et al., 2003. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. *Ecology*, Balboa, 12, 3174-3185.

## CAPÍTULO 2

### **Biomassa arbórea em sítios de restauração da Mata Atlântica do Sul do Brasil**

Fátima Arcanjo<sup>1</sup> e José Marcelo Torezan<sup>2</sup>

Artigo a ser submetido à Revista Restoration Ecology\*

#### RESUMO

Áreas de reflorestamento com espécies nativas podem contribuir para mitigar os efeitos das emissões dos gases do efeito estufa, por meio do sequestro de CO<sub>2</sub> em sua biomassa acima do solo (BAS). As estimativas da BAS também podem definir padrões a serem usados no monitoramento da Restauração ecológica e, para isso, é possível recorrer a comparações com Ecossistemas de referência como áreas de florestas adjacentes ou próximas não degradadas ou de habitat natural. O objetivo deste estudo foi realizar uma comparação do acúmulo da BAS entre Reflorestamentos e Fragmentos florestais que são usados como ecossistemas de referência na Mata Atlântica do Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). O estudo foi conduzido em 8 Reflorestamentos e 6 Fragmentos florestais. Foram registrados o diâmetro à altura do peito (indivíduos com DAP  $\geq 5$  cm) e a altura dos indivíduos arbóreos em inventários florestais utilizando-se parcelas de 10 x 20 m, esses dados foram aplicados a equações alométricas para as estimativas da BAS. Embora os valores da BAS, encontrados para os reflorestamentos tenham sido altos (maior valor médio 121.8 Mg. ha<sup>-1</sup>), nenhum deles atingiu a BAS das referências (284.8 Mg. ha<sup>-1</sup>). Dois reflorestamentos apresentaram área basal (AB) (26.9 e 31.8 m<sup>2</sup>. ha<sup>-1</sup>) similar a dos Fragmentos florestais de referência (39.6 m<sup>2</sup>. ha<sup>-1</sup>). A maior parte da BAS, nos reflorestamentos (após 13 a 15 anos do plantio), ainda se encontra acumulada em indivíduos plantados de espécies pioneiras que apresentam densidade da madeira (g.cm<sup>-3</sup>) leve.

**Palavras-chave:** Reflorestamentos. Sequestro de CO<sub>2</sub>. Restauração ecológica. Ecossistemas de referência. Floresta Estacional Semidecidual Submontana. Mata Atlântica.

---

\*Instruções para autores em [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1526-100X/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1526-100X/homepage/ForAuthors.html)

## INTRODUÇÃO

O aumento da temperatura média do ar e dos oceanos e o aumento global nos níveis do mar, constatados por meio de observações científicas, evidenciam o aquecimento do sistema climático, indicando que a temperatura global pode subir em 2°C até o final desse século (IPCC 2013).

O Brasil tem estabelecido metas, desde 2009, para o ano de 2020 de redução das emissões dos Gases do efeito Estufa (GEE) (Brandão et al. 2015). As emissões dos GEE são devidas, principalmente, as mudanças no uso da terra, especialmente ao desmatamento, que, contabilizando só o desmatamento da floresta Amazônica já chegou a representar dois terços das emissões brasileiras de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) (Chang 2002). Entre os GEE o CO<sub>2</sub> é o que têm o menor potencial para o aquecimento, mas devido às suas altas emissões diárias tornou-se o principal intensificador desse efeito (IPCC 2007; Carvalho 2010).

As áreas florestais abandonadas ou em recuperação e os reflorestamentos, através do retorno dos serviços ecossistêmicos, trazem benefícios importantes para a qualidade de vida humana, como a proteção dos recursos hídricos, a recuperação da integridade e fertilidade dos solos, o fornecimento de corredores ecológicos, pela conexão com as florestas maduras e o sequestro de carbono (Engel & Parrota 2003; Sanquetta & Balbinot 2004; Chang 2004). Devido a esses benefícios, os interesses e as demandas por pesquisas relacionadas à quantificação do potencial do sequestro de carbono, nesses ecossistemas terrestres, tem aumentado (Melo & Durigan 2006; Canadell & Raupach 2008;).

A estrutura simples e de histórico conhecido dos reflorestamentos também é uma oportunidade para testar hipóteses ecológicas que podem estabelecer padrões para o monitoramento da restauração, e, os estudos sobre o acúmulo da biomassa em reflorestamentos com espécies nativas podem contribuir com a definição desses padrões (SER 2004; Suganuma & Torezan 2013). A biomassa acima do solo (BAS) é uma das variáveis mais relevantes para caracterização estrutural de um ecossistema florestal, por isso, pode ser utilizada como um indicador do ritmo de recuperação de um reflorestamento (Burger & Delitti 1999; Lu et al. 2003; Silveira et al. 2008).

Nos primeiros quinze anos, as taxas de fixação de CO<sub>2</sub> nos reflorestamentos são bastante elevadas, devido a predominância das espécies de crescimento rápido (pioneiras) que apresentam aumento no acúmulo da sua biomassa arbórea durante essa fase (Brown & Lugo 1990). Esse rápido acúmulo da biomassa pode ser levado à estagnação ou mesmo, redução, após a morte dessas espécies pioneiras, que, geralmente, não duram mais de uma

geração e não se regeneram na própria sombra. (Brown & Lugo 1990; Salimon & Brown 2000).

A colonização das espécies tardias e tolerantes à sombra (não pioneiras) que substituem as espécies pioneiras através do processo de sucessão ecológica, por meio do equilíbrio entre mortalidade e recrutamento, podem evitar que a estagnação e a redução da BAS venha a ocorrer nos reflorestamentos (Salimon & Brown 2000).

Estudos de estimativas da BAS em reflorestamentos da Mata Atlântica, especificamente na Floresta Estacional Semidecidual, mostraram que a BAS pode estar superando ou até mesmo se igualando aos valores encontrados para fragmentos florestais de referência da mesma região (Florestas maduras) (Melo & Durigan 2006; Suganuma & Torezan 2013; Bordignon 2015).

As explicações para esse aumento tem sido relacionadas com as altas concentrações de nutrientes no solo, uma vez que, antes da implementação dos reflorestamentos, na maioria das vezes, as mesmas áreas foram utilizadas para a plantação de grãos e monocultura que envolvem aplicações elevadas de fertilizantes, bem como, a ausência de limitações climáticas como a seca e geadas frequentes (Melo & Durigan 2006; Suganuma 2008).

Dessa forma, este estudo teve como objetivos comparar os acúmulos da BAS entre reflorestamentos e remanescentes florestais de referência e identificar os padrões desse acúmulo nos reflorestamentos. Para tanto, foi testada a hipótese de que o crescimento rápido das espécies pioneiras que são predominantes nos reflorestamentos, devido a alta densidade de plantio, eleva a BAS destas áreas de restauração ao mesmo nível dos remanescentes florestais de referência.

## **MÉTODOS**

### *Análises dos dados*

Os reflorestamentos foram comparados com os fragmentos florestais de referência em relação a biomassa acima do solo (BAS), área basal (AB), BAS por classe de diâmetro e distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro.

A comparação da BAS foi realizada por meio de análise de permutação através de testes de reamostragem ( $\alpha=0.05$ ). (o mesmo teste utilizado nas análises do Capítulo 1). A comparação da BAS entre os reflorestamentos e da área basal entre os reflorestamentos e

fragmentos florestais foi realizada por meio da Análise de Variância (ANOVA) seguida de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

Os indivíduos arbóreos foram distribuídos em três classes de DAP e foi aplicado o intervalo de 40 cm. Esse intervalo foi escolhido por não permitir que os dados fossem acumulados em somente uma das classes, bem como, a fim de evitar a ocorrência de classes vazias e identificar as diferenças nas distribuições e padrões estruturais entre reflorestamentos e fragmentos de referência.

Para analisar a distribuição dos indivíduos e da BAS por classes de DAP foi realizado o teste de Qui-Quadrado ( $\alpha=0,05$ ). Todas as análises foram realizadas no programa R 3.3.1 (R Core Team, 2016).

## RESULTADOS

A BAS dos reflorestamentos foi menor do que a dos fragmentos florestais de referência (Figura 1). Os reflorestamentos Congonhas, Anhumas 2 e Aca Capim 6 foram as áreas com maior BAS (Tabela 1). Esses reflorestamentos apresentaram 42%, 39% e 37% da BAS dos fragmentos florestais de referência ( $284.8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) respectivamente (Tabela 1). Em Santo Antônio a BAS correspondeu a 25% e em Anhumas 1 e Aca Capim 5 a 21% da BAS das referências (Tabela 1). Os reflorestamentos Alvorada e Aca Salto foram os que apresentaram a menor BAS que correspondeu a 18% da BAS das referências (Figura 1; Tabela 1). Entre os reflorestamentos encontrou-se maior similaridade da BAS entre: Congonhas e Aca Capim 6, Anhumas 1 e Aca Capim 5, Santo Antônio e Anhumas 2 e Alvorada e Aca Salto (Figura 1).

Em relação a área basal (AB), Congonhas e Aca Capim 6 foram os reflorestamentos que atingiram as referências apresentando 80% e 68% da AB das mesmas ( $39.6 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ ) respectivamente (Figura 2). Aca Capim 6, mesmo apresentando AB similar a dos fragmentos de referência, essa não foi superior a dos demais reflorestamentos como ocorreu em Congonhas (Figura 2). Alvorada, Santo Antônio, Anhumas 1, Anhumas 2, Aca Capim 5 e Aca Salto apresentaram AB menores do que a dos fragmentos de referência (Figura 2; Tabela 1). Alvorada e Aca Salto, assim como ocorreu com a BAS, foram as áreas que apresentaram AB mais distantes das referências (Tabela 1).

Entre os reflorestamentos e os fragmentos florestais de referência não houve diferença na distribuição de indivíduos por classes de DAP (Figura 3). Somente as áreas Alvorada, Santo Antônio e Aca Capim 6 apresentaram indivíduos com DAP maior do que 45

cm (Figura 3). A distribuição da BAS por classes de DAP dos reflorestamentos diferiu da distribuição encontrada nos fragmentos florestais (Figura 4).

Os reflorestamentos ainda têm a maior parte da sua BAS acumulada em indivíduos que apresentam DAP entre 5 a 45 cm (Figura 4). Mesmo com a densidade de indivíduos ( $\text{árvores.ha}^{-1}$ ), de alguns reflorestamentos (Congonhas, Aca capim 5 e Anhumas 2), se aproximando do valor encontrado nos fragmentos florestais de referência (Tabela 1).

Em nenhum dos reflorestamentos estudados, mais de 50% da BAS foi encontrada em apenas uma espécie quando foram considerados os indivíduos arbóreos com DAP maior do que 20 cm (Tabela 2). Algumas espécies acumularam maior BAS do que outras, a maioria delas, são espécies plantadas com densidade da madeira leve (igual ou menor que  $50 \text{ g.cm}^{-1}$ ) (Tabela 2).

No reflorestamento Santo Antônio, a maior fração da BAS (35%) encontrou-se acumulada em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong com mais de 20 cm de DAP (Tabela 2). Anhumas 2 apresentou 31% da BAS acumulada em *Inga striata* (Tabela 2) e, nos demais reflorestamentos (Alvorada, Congonhas, Anhumas 1, Aca Capim 5, Aca Capim 6 e Aca Salto), a BAS foi melhor distribuída entre as espécies ( $\text{DAP} \geq 20 \text{ cm}$ ) (Tabela 2).

Nos fragmentos florestais utilizados como referência, a maior parte da BAS encontrou-se acumulada em *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg (Peroba-rosa) e *Gallesia integrifolia* (Spreng.) (Pau d' alho). Apenas no reflorestamento Aca Capim 6 foi observada a presença de um indivíduo de *A. polyneuron*, aparentemente, a maioria dos reflorestamentos ainda é composto predominantemente por espécies pioneiras plantadas (Apêndice C).

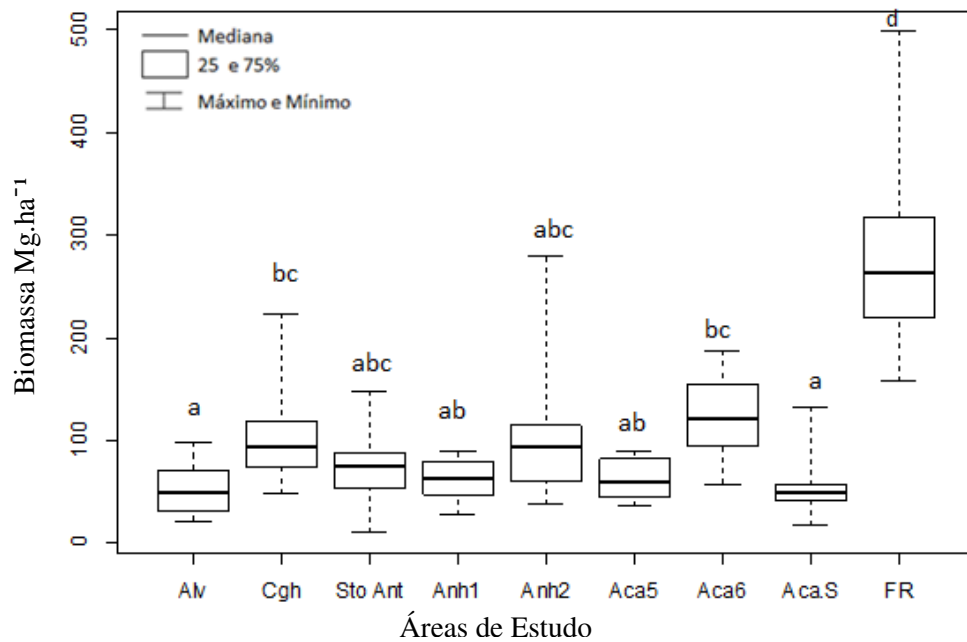


Figura 1. Biomassa acima do solo ( $\text{Mg.ha}^{-1}$ ) em reflorestamentos e fragmentos da Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Os códigos representam as áreas Alv: Alvorada, Cgh: Congonhas, Sto Ant: Santo Antônio, Anh 1: Anhumas 1, Anh2: Anhumas 2, Aca 5: Aca Capim 5, Aca 6: Aca Capim 6, Aca S: Aca Salto e FR: Fragmentos Florestais. As letras iguais indicam semelhança estatística ( $\alpha=0.05$ ).

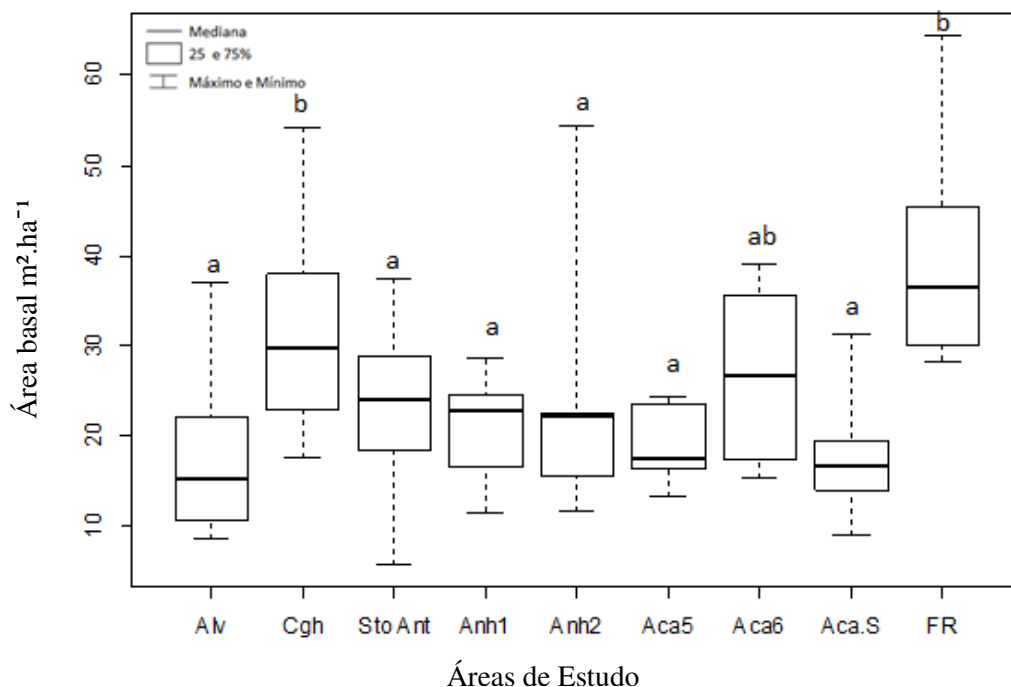


Figura 2. Área basal (AB) ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) em reflorestamentos e fragmentos da Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). Os códigos representam as áreas Alv: Alvorada, Cgh: Congonhas, Sto Ant: Santo Antônio, Anh1: Anhumas 1, Anh2: Anhumas 2, Aca 5: Aca Capim 5, Aca 6: Aca Capim 6, Aca S: Aca Salto e FR: Fragmentos Florestais. As letras iguais indicam semelhança estatística ( $\alpha=0.05$ ).

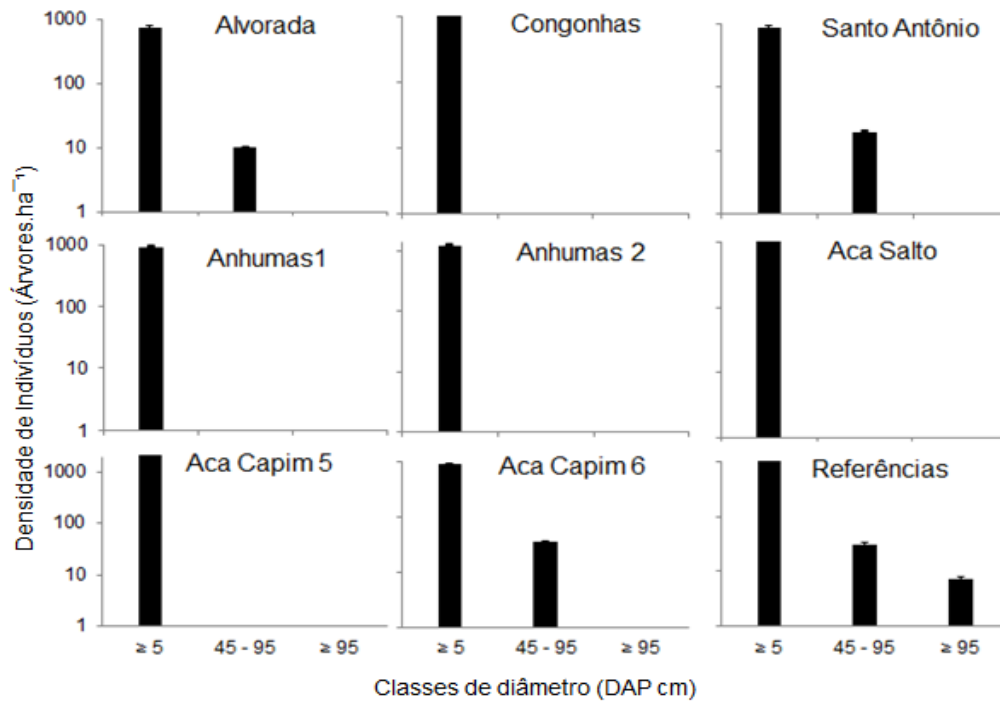


Figura 3. Distribuição de indivíduos (Árvores.ha<sup>-1</sup>) em classes de diâmetro (DAP cm) em reflorestamentos e fragmentos de Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana). A densidade de indivíduos está representada em escala log.

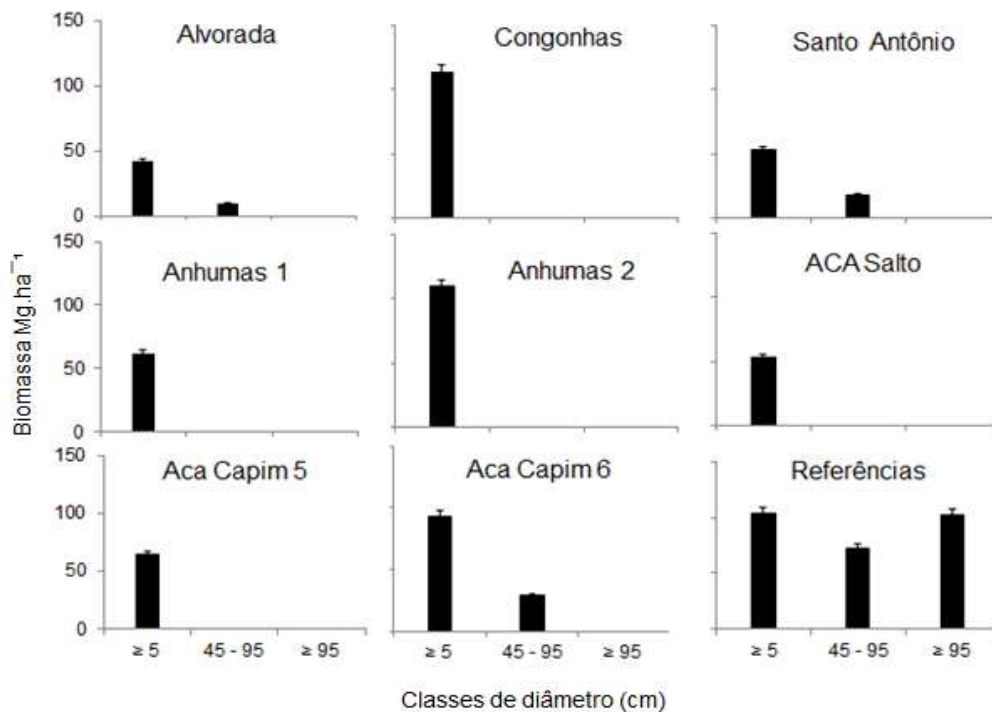


Figura 4. Biomassa acima solo (Mg.ha<sup>-1</sup>) distribuída em classes de diâmetro (DAP cm) em reflorestamentos e fragmentos de Mata Atlântica, Sul do Brasil (Floresta Estacional Semidecidual Submontana).

**Tabela 1.** Biomassa acima do solo ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ ), Área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) e Densidade de Indivíduos ( $\text{Árvores. ha}^{-1}$ ) em áreas de reflorestamentos e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica, Sul do Brasil). Os valores ao lado das médias representam o desvio padrão (IC: 95%).

<b>Sítios de Estudo (Reflorestamentos e Fragmentos)</b>	<b>Biomassa (<math>\text{Mg. ha}^{-1}</math>)</b>	<b>Área Basal (<math>\text{m}^2. \text{ha}^{-1}</math>)</b>	<b>Densidade de Indivíduos (<math>\text{Árvores. ha}^{-1}</math>)</b>
Alvorada	51.4 ± 26.2	17.6 ± 8.9	755
Congonhas	111.7 ± 60.8	31.8 ± 11.6	1540
Santo Antônio	71.8 ± 37.9	22.8 ± 8.9	905
Anhumas 1	60.1 ± 21.1	20.6 ± 6.2	905
Anhumas 2	107.1 ± 71.8	23.2 ± 12.3	1245
Aca Capim 5	61.5 ± 20.1	18.8 ± 4.3	2120
Aca Capim 6	121.8 ± 39.1	26.9 ± 8.8	935
Aca Salto	52.1 ± 31.2	17.4 ± 6.5	1130
Fragmentos Florestais	284.8 ± 99.8	39.6 ± 11.6	1706

**Tabela 2.** Espécies com diâmetro (DAP  $\text{cm} \geq 20 \text{ cm}$ ) com maior biomassa acima do solo (BAS) em reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica, Sul do Brasil). As siglas representam as áreas Alv: Alvorada, Cgh: Congonhas, Sto Ant: Santo Antônio, Anh 1: Anhumas 1, Anh 2: Anhumas 2, Aca 5: Aca Capim 5, Aca 6: Aca Capim 6, Aca S: Aca Salto.

<b>Espécies DAP <math>\geq 20 \text{ cm}</math></b>	<b>g. <math>\text{cm}^{-3}</math></b>	<b>STO</b>							
		<b>ALV</b>	<b>CGH</b>	<b>ANT</b>	<b>ANH1</b>	<b>ANH2</b>	<b>ACA5</b>	<b>ACA6</b>	<b>ACAS</b>
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	0.38								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		0.71	2.9	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		2.9	14.1	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.47								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		4.2	0.9	1.9	1.5	0.8	N.O	1.0	N.O
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		14.6	3.3	7.3	6.5	3.6	N.O	5.3	N.O
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	0.47								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		N.O	5.1	0.74	N.O	N.O	N.O	1.2	0.2
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		N.O	21.4	2.4	N.O	N.O	N.O	2.5	0.9
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.38								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		2.8	0.8	6.4	N.O	1.1	N.O	N.O	N.O
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		10.2	3.1	25.2	N.O	5.4	N.O	N.O	N.O
<i>Croton floribundus</i>	0.42								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		N.O	2.0	0.71	2.3	N.O	N.O	N.O	N.O
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		N.O	9.9	2.9	8.9	N.O	N.O	N.O	N.O
<i>Inga striata</i>	0.53								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		0.2	0.2	N.O	2.3	6.1	N.O	1.8	1.0
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		0.71	0.9	N.O	8.1	34.2	N.O	13.8	5.0
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0.61								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		N.O	N.O	N.O	0.1	N.O	1.3	N.O	N.O
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		N.O	N.O	N.O	0.9	N.O	5.6	N.O	N.O
<i>Cecropia pachystachya</i>	0.41								
AB ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )		0.3	N.O	N.O	0.1	1.2	N.O	N.O	N.O
BAS ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )		0.75	N.O	N.O	0.44	6.9	N.O	N.O	N.O
<b>BAS (%)</b>		<b>56</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>11</b>

## DISCUSSÃO

Os ecossistemas que são formados pela plantação de mudas podem atingir valores da BAS, cobertura do dossel e densidade de indivíduos semelhantes aos de uma Floresta madura de uma mesma região (Suganuma & Durigan 2014). Desde os 5 anos de idade, o reflorestamento Congonhas apresenta crescimento mais avançado e maior BAS acumulada do que os reflorestamentos Alvorada e Santo Antônio (Suganuma & Torezan 2013).

As estimativas da BAS realizadas por Suganuma e Torezan (2013) mostram que o reflorestamento Congonhas com 5 anos de idade (10 anos atrás), já apresentava 72% da BAS que foi encontrada neste estudo. Esse reflorestamento apresenta teor de fósforo quase duas vezes mais alto do que um fragmento florestal adjacente a ele (fragmento florestal Congonhas:  $4.42 \text{ mg.dm}^{-3}$  e reflorestamento Congonhas  $13.73 \text{ mg.dm}^{-3}$ ), mesmo que, esses valores não apresentem correlação, até então, com o acúmulo da BAS nesse reflorestamento, essa relação precisa ser mais investigada (Jardim 2006; Suganuma & Torezan 2013) e pode explicar o rápido acúmulo da BAS nessa área.

Embora os reflorestamentos não tenham atingido a BAS encontrada em florestas maduras da região, ainda assim, eles apresentam BAS elevada para a idade que possuem (13 a 15 anos). Em estimativas anteriores da BAS realizadas por Bordignon (2015), nos reflorestamentos Congonhas e Santo Antônio, Congonhas apresentou 49% e Santo Antônio 47% a mais da BAS encontrada em fragmentos florestais adjacentes a eles, o contrário dos resultados encontrados neste estudo.

Após 3.5 anos do plantio (10 anos atrás), o reflorestamento Alvorada apresentava 29% da BAS de um fragmento florestal adjacente (Suganuma & Torezan 2013) e 55% da BAS encontrada na estimativa realizada neste estudo. O reflorestamento Santo Antônio apresenta 26% a mais da BAS do que quando tinha 3 anos de idade (10 anos atrás). As diferenças entre os valores encontrados nas estimativas realizadas por Bordignon (2015) e Suganuma e Torezan (2013) e as deste estudo, podem estar relacionadas a idade dos reflorestamentos quando foram avaliados e ao número de indivíduos amostrados.

Outra razão para que esses reflorestamentos tenham atingido rapidamente a BAS de uma floresta madura adjacente a eles, em estudos anteriores, pode estar associada com a degradação dessas áreas que serviram como referências, como o corte seletivo de madeira, que ocorreu a cerca de 40 anos atrás (Capítulo 1 deste estudo). A inclusão dos dados

da densidade espécie específica da madeira nas estimativas realizadas neste estudo, também podem ter levado a valores menores da BAS do que os encontrados nos estudos anteriores, devido as espécies plantadas serem predominantemente pioneiras e com densidade da madeira leve.

O rápido acúmulo da BAS nos reflorestamentos, bem como, a similaridade da AB das áreas Congonhas e Aca Capim 6 com as florestas maduras de referência, podem estar relacionados com a densidade do plantio das mudas. Em 12 anos, as mudas plantadas em alta densidade objetivando acelerar o fechamento do dossel podem alcançar a área basal e a densidade de indivíduos com DAP de uma floresta madura (Durigan, Silveira & Melo 2013). Nos primeiros 15 anos após o plantio, o crescimento em diâmetro das árvores aumentou consideravelmente nesses reflorestamentos. Isso sugere que, as estimativas que não incluem a densidade espécie específica da madeira e são baseadas apenas no diâmetro podem apresentar valores mais elevados da BAS.

Jardim (2006) assim como Sukanuma e Torezan (2013), também associam o desenvolvimento rápido dos reflorestamentos Alvorada, Congonhas e Santo Antônio a fertilidade do solo da região e com a alta densidade das espécies de crescimento rápido plantadas. Os reflorestamentos foram plantados em áreas que antes eram utilizadas para atividade agrícola onde são aplicadas quantidades excessivas de fertilizantes, as áreas de reflorestamentos, normalmente, apresentam menor teor de fósforo que fragmentos florestais e, nesses reflorestamentos (Alvorada Congonhas e Santo Antônio), têm ocorrido o contrário (Sukanuma & Torezan 2013).

A distribuição da BAS em árvores com DAP menor do que 45 cm, nos reflorestamentos, é um padrão normal em florestas secundárias ou em crescimento, onde o ganho em diâmetro e biomassa, por indivíduo arbóreo, apresenta tendência linear nos primeiros anos do plantio ou recuperação (Salimon & Brown 2000; Lu et al. 2003). De acordo com o avanço dos estágios de sucessão, o crescimento em diâmetro e o ganho de biomassa, por indivíduo, tendem a diminuir (Lu et al. 2003).

Os resultados deste estudo apontam que, a maior parte da BAS dos reflorestamentos está acumulada em espécies pioneiras plantadas com ciclo de vida curto (Brown & Lugo 1990). Essa predominância da BAS em espécies pioneiras pode conduzir essas áreas a uma estagnação da BAS, seguida por sua redução nos próximos anos (Brown & Lugo 1990; Salimon & Brown 2000; Liebsch et al. 2008).

Esses resultados também indicam que esse processo ainda pode levar um período mais longo para ocorrer, se distanciando de algumas previsões para áreas

reflorestadas dessa idade (13 a 15 anos). Isto porque, as espécies que dominam a BAS, na maioria desses reflorestamentos (Alvorada, Anhumas 1, Anhumas 2, Aca Capim 5 e Aca Salto), ainda não atingiram AB similar a de uma floresta madura de referência, o que sugere que essas espécies, por ser a maioria espécies pioneiras, ainda vão crescer mais e acumular mais BAS, entretanto, o desenvolvimento desses reflorestamentos precisa ser acompanhado ao longo dos próximos anos para que seja possível avaliar as chances da estagnação no acúmulo da BAS.

O reflorestamento Aca Capim 6 apresenta algumas particularidades que precisam ser mais investigadas, mas podem, a princípio, explicar o elevado acúmulo da BAS nessa área. Aca capim 6, dos oito reflorestamentos, é o único que apresenta indivíduos de espécies não pioneiras encontradas em fragmentos florestais de referência, como, por exemplo, *A. polyneuron*, mesmo em densidade baixa e em DAP menor do que 20 cm. As outras áreas reflorestadas não apresentaram nenhum indivíduo dessa espécie e quase nenhuma espécie em comum com fragmentos florestais de referência (Apêndice C). A presença de *A. polyneuron* pode estar associada a proximidade que esse reflorestamento tem de um fragmento florestal (Mata do Mosquito, não avaliada no presente estudo).

Nos reflorestamentos Alvorada e Aca Salto, a menor BAS em relação aos demais reflorestamentos avaliados pode estar associada a densidade de indivíduos e a densidade da madeira mais leve ou mais pesada das espécies plantadas. A densidade de indivíduos foi menor no reflorestamento Alvorada ( $755 \text{ árvores.ha}^{-1}$ ). Nem sempre, porém, os reflorestamentos que apresentam maior densidade de indivíduos são os que apresentam a maior BAS.

O reflorestamento Aca capim 5 tem a maior densidade de indivíduos ( $2.120 \text{ árvores.ha}^{-1}$ ) e um dos menores valores da BAS ( $61.5 \text{ Mg.ha}^{-1}$ ). Enquanto os reflorestamentos Congonhas e Aca capim 6 apresentam densidades de indivíduo menores, mas os maiores valores da BAS. Uma explicação para esses resultados pode ser a competição entre os indivíduos arbóreos. A alta densidade de indivíduos pode estar limitando o crescimento de árvores mais jovens, especificamente no reflorestamento Aca capim 5, onde a densidade de indivíduos é alta para uma área reflorestada. A competição pode influenciar no desenvolvimento impedindo o crescimento pleno das árvores (Cavalheiro et al. 2002) e isso pode refletir no acúmulo da BAS.

Nos reflorestamentos Alvorada e Aca salto, os menores valores da BAS podem ter relação com os impactos causados nessas áreas no início do seu desenvolvimento. O reflorestamento Aca Salto apresenta alagamentos constantes em alguns pontos e a presença de

atividade pecuária, o que pode ter interferido no desenvolvimento das mudas. Alvorada tem registros da presença de gramíneas, o que também pode ter comprometido o desenvolvimento das mudas e refletido na BAS acumulada ao longo dos anos.

Os reflorestamentos amostrados apontam que o acúmulo da BAS está avançando rapidamente, o que indica que o sequestro de carbono tem sido satisfatório. O progresso desses reflorestamentos deve ser acompanhado e continuar sendo comparado com fragmentos florestais de referência em pesquisas futuras, se possível, acrescentando análises para a diversidade das espécies e taxas de recrutamento dos indivíduos arbóreos tolerantes à sombra. Essas análises devem ser incluídas para investigar as chances de estagnação no acúmulo da BAS nos próximos anos, além da interferência do rápido acúmulo da BAS e AB no desenvolvimento das plantas de sub-bosque.

Os estudos para avaliar a dinâmica e o padrão no acúmulo BAS têm sido realizados em longo prazo (10 a 20 anos), tanto para florestas que foram abandonadas e estão em recuperação, quanto para reflorestamentos (Razendaal et al. 2015; Poorter et al. 2016). Dessa forma, serão possíveis conclusões mais assertivas sobre as chances de estagnação da BAS em áreas reflorestadas que tem a maior parte da BAS acumulada em espécies pioneiras com ciclo de vida mais curto. A inclusão de equações alométricas que utilizam a densidade espécie específica da madeira permite inferir, através dos resultados apresentados neste estudo, que as taxas no acúmulo da BAS dos reflorestamentos, não estão distantes das florestas de referência da região.

## CONCLUSÃO

A biomassa acima do solo (BAS) nos reflorestamentos apresenta valores elevados, embora menores que a dos fragmentos florestais da região. Esses reflorestamentos, em menos de vinte anos, acumularam BAS em quantidade comparável às encontradas em florestas maduras ou secundárias da região, sendo que dois dos oito reflorestamentos avaliados apresentaram área basal estatisticamente semelhante à dos fragmentos florestais de referência.

Estes dois reflorestamentos, possivelmente, estão sob condições edáficas que favorecem esse crescimento. O papel da fertilidade e outras características do solo para o acúmulo de biomassa precisam, no entanto, ser mais investigados.

A menor área basal da maioria dos reflorestamentos em relação aos fragmentos florestais também indica que, esses ecossistemas ainda podem acumular mais BAS ao longo

dos anos, provavelmente, porque muitos indivíduos ainda não atingiram o tamanho máximo típico para as espécies ali presentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bianchini, Edmilson et al (2010) Slope variation and population structure of tree species from different ecological groups in South Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Londrina 643-652.
- Bordignon A M (2015) Biomassa acima do solo e produção de serapilheira em sítios de restauração da Floresta Estacional Semidecidual,. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Brandão, Amintas et al (2015) Evolução das emissões de gases do efeito estufa no Brasil (1990 a 2013) setor de mudança de uso da terra .29.
- Brown, S, Lugo, A.E (1990) Tropical Secondary Forests. *Journal of Tropical Ecology*, 6: 1-32.
- Burguer, D.M. & Dellitti, W.B.C (1999) Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira - SP. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 429-435.
- Canadell, J.G., Raupach, M.R (2008). Managing Forests for Climate Change Mitigation. *Science* 320: 1456-1457.
- Carvalho, João et al (2010) Potencial de Sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. 34: 277-289.
- Cavalheiro, A.L, Torezan, J.M.D, Fadelli, L (2002) Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistema. Páginas(213-224) In: M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta, J.A. Pimenta (eds.). *A bacia do rio Tibagi*, Londrina.
- Durigan, Giselda; Silveira, Éliton Rodrigo da; Melo, Antônio Carlos Galvão. Desbaste em plantio de restauração de mata ciliar. In: Durigan, Gilselda; Ramos, Viviane Soares (2013). *Manejo Adaptativo: primeiras experiências na restauração de Ecossistemas*. 23-29.
- Chave, Jerome et al, (2009) Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters* 12: 351-366. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>.
- Engel VL, Parrotta JA (2008) Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. Pages 1–26. In: Kageyama PY, Oliveira RE, Moraes LFD, Engel VL, Gandara FB (eds) *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. FEPAF, Botucatu, Brasil
- IPCC Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) (2007) Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Geneva, Switzerland. 104
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change (2013): The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V.Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jardim, P.S (2006) Crescimento e biomassa de espécies arbóreas nativas da floresta estacional em reflorestamentos no norte do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

- Liebsch D, Marques MCC, Goldenberg R (2008) How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation* 141:1717–1725
- Lu, Dengsheng et al., 2003. Classification of successional forest stages in the Brazilian Amazon basin. *Forest Ecology And Management*. Elsevier BV. 181,301-312. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-1127\(03\)00003-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-1127(03)00003-3).
- Melo ACG, Durigan G (2006) Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis* 71:149–154
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Versão 3.3.1
- Salimon, C.I., Brown, I.F (2000) Secondary forests in western amazonia: significant sinks for carbon released from deforestation. *Interciencia* 25: 198-202.
- Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo (2004) (Ed.). Metodologias para a Determinação de Biomassa Florestal. Páginas: 77-93. In: Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo; Ziliotto, Marco Aurélio B. Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas.
- SER - Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group.(2004) The SER primer in ecological restoration (Version 2). <http://www.ser.org> (acesso em 15.07.2007).
- Silveira, P., Koehler, H.S., Sanquetta, C.R., Arce, J.E (2008) O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formas florestais. *Floresta* 38: 185-206.
- Suganuma, Marcio S, Durigan, Giselda (2014) Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*. 23: 238-251. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/rec.12168>.
- Suganuma, Marcio Seiji; Torezan, José Marcelo Domingues (2013). Evolução dos processos ecossistêmicos em reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecídua. *Hoehnea*, Londrina, 557-565
- Trugilho, Paulo Fernando et al (1990). Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. *Acta Amazônica*, Manaus. 20: 307-319.
- Vieira, Simone et al, (2004). Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. *Oecologia* 140: 468-479. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-004-1598-z>.

## APÊNDICES

**Apêndice A** - Dados da densidade espécie específica da madeira ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) utilizados para as estimativas da biomassa acima do solo no presente estudo.

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Dens. espécie específica (<math>\text{g.cm}^{-3}</math>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	0.61	Este estudo
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Lamiaceae	0.27	Este estudo
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth) Burkart	Fabaceae	0.50	Este estudo
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	0.35	Este estudo
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. - Hil.) Radlk	Sapindaceae	0.51	Este estudo
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz et Pav.) A. L. Juss	Verbenaceae	0.58	Este estudo
<i>Alseis floribunda</i> Schott	Rubiaceae	0.85	Global Wood Density Database
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	0.52	Este estudo
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	0.75	Este estudo
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	0.31	Este estudo
<i>Annona sp1</i>	Fabaceae	0.55	Este estudo
<i>Annona sylvatica</i> A.St- Hil	Annonaceae	0.53	Este estudo
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	0.71	Este estudo
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	0.62	Este estudo
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	0.63	Este estudo
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Malvaceae	0.51	Este estudo
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Fabaceae	0.47	Este estudo
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Nyctaginaceae	0.34	Este estudo
<i>Cabralea canjerana</i> (Vall.) Mart.	Meliaceae	0.43	Este estudo
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Myrtaceae	0.33	Este estudo
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi)Kuntze	Lecythidaceae	0.56	Global Wood Density Database
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Salicaceae	0.61	Este estudo
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Salicaceae	0.61	Este estudo
<i>Casearia sp 1</i>	Salicaceae	0.61	Este estudo

*Continua*

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Dens. espécie específica (g.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	0.35	Este estudo
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Solanaceae	0.53	Este estudo
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	0.53	Este estudo
<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae	0.20	Este estudo
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Sapotaceae	0.54	Este estudo
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham..	Verbenaceae	0.36	Este estudo
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	Cardiopteridaceae	0.49	Global Wood Density Database
<i>Citrus sinensis</i> (L) Osbeck	Rutaceae	0.78	Global Wood Density Database
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhaminaceae	0.62	Este estudo
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae	1.07	Global Wood Density Database
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	0.50	Este estudo
<i>Croton floribundus</i> Spreng	Euphorbiaceae	0.42	Este estudo
<i>Croton urucurana</i> Baill	Euphorbiaceae	0.24	Este estudo
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	0.64	Este estudo
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J Silva	Fabaceae	0.52	Este estudo
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk	Sapindaceae	0.68	Global Wood Density Database
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Ebenaceae	0.83	Global Wood Density Database
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr	Lauraceae	0.68	Global Wood Density Database
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	0.38	Este estudo
<i>Esenbeckia sp 1</i>	Rutaceae	1.08	Global Wood Density Database
<i>Esenbeckia sp 2</i>	Rutaceae	1.08	Global Wood Density Database
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	Rutaceae	1.08	Global Wood Density Database
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Rutaceae	1.08	Global Wood Density Database
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam..	Myrtaceae	0.74	Este estudo

*Continua*

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Dens. espécie específica (g.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	Myrtaceae	0.78	Este estudo
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	Myrtaceae	0.78	Este estudo
<i>Eugenia sp (usada para o gênero)</i>	Myrtaceae	0.79	Este estudo
<i>Eugenia uniflora</i> L..	Myrtaceae	0.85	Este estudo
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess..	Myrtaceae	0.76	Este estudo
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	0.27	Global Wood Density Database
<i>Ficus glabra</i> Vell.	Moraceae	0.41	Este estudo
<i>Ficus sp</i>	Moraceae	0.43	Este estudo
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	0.49	Este estudo
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Nyctaginaceae	0.49	Global Wood Density Database
<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	Meliaceae	0.41	Global Wood Density Database
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss	Meliaceae	0.47	Este estudo
<i>Guarea macrophylla</i> (Vell.) T. D. Penn	Meliaceae	0.51	Este estudo
<i>Guateria sp</i>	Nyctaginaceae	0.36	Este estudo
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Malvaceae	0.47	Este estudo
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	0.94	Este estudo
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Malvaceae	0.47	Este estudo
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	0.71	Este estudo
<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	0.58	Este estudo
<i>Inga sp 2</i>	Fabaceae	0.55	Este estudo
<i>Inga sp 3</i>	Fabaceae	0.55	Este estudo
<i>Inga striata</i> Benth	Fabaceae	0.53	Este estudo
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	0.56	Global Wood Density Database
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Caricaceae	0.42	Global Wood Density Database
<i>Justicia brasiliana</i> Roth	Acanthaceae	0.64	Este estudo

*Continua*

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Dens. espécie específica (g.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Luehea divaricata</i> Mart	Malvaceae	0.43	Este estudo
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Fabaceae	0.24	Global Wood Density Database
<i>Machaerium paraguariensis</i> Hassl.	Fabaceae	0.63	Este estudo
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Fabaceae	0.61	Este estudo
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Moraceae	0.71	Este estudo
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	Phyllanthaceae	0.61	Este estudo
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	0.55	Este estudo
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek	Celastraceae	0.75	Global Wood Density Database
<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	0.51	Este estudo
<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	Rutaceae	0.68	Este estudo
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	0.62	Este estudo
<i>Mollinedia sp 1</i>	Moniminaceae	0.63	Este estudo
<i>Mollinedia sp 2</i>	Moniminaceae	0.63	Este estudo
<i>Myrcia sp1</i>	Myrtaceae	0.80	Global Wood Density Database
<i>Myrcia sp2</i>	Myrtaceae	0.80	Global Wood Density Database
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br ex Roem. & Schult	Primulaceae	0.52	Este estudo
<i>Myrocarpus frondodus</i> Allemão	Fabaceae	0.65	Este estudo
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	0.52	Este estudo
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Lauraceae	0.51	Este estudo
<i>Ocotea elegans</i> Mez	Lauraceae	0.52	Este estudo
<i>Ocotea silvestres</i> Vattimo	Lauraceae	0.52	Este estudo
<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae	0.52	Este estudo
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M. Johns	Euphorbiaceae	0.65	Este estudo
<i>Palicourea marcgravii</i> St.Hil	Rubiaceae	0.54	Global Wood Density Database
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	0.61	Este estudo

*Continua*

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Dens. espécie específica (g.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phytolaccaceae	0.21	Este estudo
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	Picraminaceae	0.74	Este estudo
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem	Rutaceae	0.72	Este estudo
<i>Piper amalago</i> L	Piperaceae	0.33	Global Wood Density Database
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Fabaceae	0.56	Este estudo
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Nyctaginaceae	0.30	Global Wood Density Database
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	Nyctaginaceae	0.30	Global Wood Density Database
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	Myrtaceae	0.76	Este estudo
<i>Poecilanthe parviflora</i>	Fabaceae	0.73	Este estudo
<i>Pombalia bigibbosa</i> (A. St - Hil.) Paula-Souza	Violaceae	0.67	Global Wood Density Database
<i>Pouteria</i> sp 1	Sapotaceae	0.62	Global Wood Density Database
<i>Prockia crucis</i> P. Browne	Salicaceae	0.58	Global Wood Density Database
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Rosaceae	0.61	Este estudo
<i>Psidium guajava</i> L	Myrtaceae	0.50	Este estudo
<i>Psychotria</i> sp 4	Rubiaceae	0.52	Global Wood Density Database
<i>Psychotria laciniata</i> Vell.	Rubiaceae	0.52	Global Wood Density Database
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	0.65	Este estudo
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissn.	Polygonaceae	0.57	Global Wood Density Database
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	0.43	Este estudo
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose.	Fabaceae	0.57	Este estudo
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. Ex Benth	Elaeocarpaceae	0.88	Global Wood Density Database
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	Solanaceae	0.53	Global Wood Density Database
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St. - Hil..	Solanaceae	0.53	Global Wood Density Database
<i>Solanum</i> sp 1	Solanaceae	0.53	Global Wood Density Database
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger	Moraceae	0.56	Este estudo

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Dens. espécie específica (g.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.)Lillo.	Lamiaceae	0.73	Global Wood Density Database
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Canabaceae	0.31	Este estudo
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	Meliaceae	0.56	Este estudo
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Meliaceae	0.60	Este estudo
<i>Trichilia claussoni</i> C.DC	Meliaceae	0.61	Este estudo
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Meliaceae	0.56	Este estudo
<i>Trichilia pallens</i> D. DC	Meliaceae	0.56	Este estudo
<i>Trichilia pallida</i> Sw	Meliaceae	0.49	Este estudo
<i>Trichillia sp</i> (exsicata)	Meliaceae	0.49	Este estudo
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Lamiaceae	0.63	Este estudo
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	0.48	Este estudo
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl. (alburno)	Bignoniaceae	0.58	Este estudo

**Apêndice B** - Número de indivíduos e espécies encontradas nos Fragmentos Florestais de Mata Atlântica do Sul do Brasil utilizados como ecossistemas de referência. ALV= Fragmento de Alvorada; CGH= Fragmento de Congonhas; SAN= Fragmento de Santo Antônio; IBI= Fragmento do Parque Estadual Ibicatu; BUL= Fragmento Mata do Bule e PEMG= Parque Estadual Mata dos Godoy;  $\text{g.cm}^{-3}$ = Densidade específica da madeira utilizada nos cálculos das estimativas da biomassa acima do solo.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	$\text{g.cm}^{-3}$	ALV	CGH	SAN	IBI	BUL	PEMG
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	0.61	27	24	31	66	18	42
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Lamiaceae	0.27	3	2	0	0	1	0
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth) Burkart	Fabaceae	0.5	3	0	0	0	0	0
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	0.35	0	0	7	0	2	8
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. - Hil.) Radlk	Sapindaceae	0.51	2	0	0	4	0	0
<i>Alseis floribunda</i> Schott	Rubiaceae	0.85	1	2	0	0	0	0
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	0.52	2	0	0	0	0	0
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	0.75	1	0	0	0	0	0
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	0.31	0	0	1	0	0	0
<i>Annona sylvatica</i> A.St- Hil	Annonaceae	0.53	2	2	5	1	2	0
Arecaceae 1		0.54	0	14	0	0	0	0
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	0.71	18	8	11	14	13	22
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	0.62	46	10	14	14	1	2
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	0.63	6	5	19	2	0	0
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Fabaceae	0.47	0	1	1	0	0	0
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Nyctaginaceae	0.34	6	2	2	4	1	2
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	0.43	0	0	1	0	9	13
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Myrtaceae	0.33	5	3	4	7	0	3
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi)Kuntze	Lecythidaceae	0.56	0	2	0	0	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Salicaceae	0.61	1	3	0	0	6	1
<i>Casearia sp 1</i>	Salicaceae	0.61	0	0	0	4	0	1
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	0.61	0	0	1	3	0	0
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	0.35	1	0	0	1	3	3

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g.cm <sup>-3</sup>	ALV	CGH	SAN	IBI	BUL	PEMG
<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae	0.51	0	0	0	0	1	0
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.		0.54	3	10	4	2	4	5
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	Cardiopteridaceae	0.49	0	2	0	0	0	0
<i>Citrus sinensis</i> (L) Osbeck	Rutaceae	0.78	0	0	0	1	0	0
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae	1.07	0	1	0	0	0	0
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	0.5	1	4	0	0	0	0
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	0.42	0	1	1	0	7	5
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	0.64	0	0	1	1	0	0
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J Silva	Fabaceae	0.52	3	5	4	1	0	0
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Ebenaceae	0.83	0	0	0	0	0	1
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr	Lauraceae	0.68	0	0	0	0	3	2
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	0.38	0	0	0	1	0	0
<i>Esenbeckia sp 1</i>	Rutaceae	1.08	4	0	0	0	0	0
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	Rutaceae	1.08	0	0	0	0	0	1
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Rutaceae	1.08	0	0	0	0	2	0
<i>Eugenia florida</i> DC.	Myrtaceae	0.54	0	1	4	3	0	3
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	Myrtaceae	0.78	0	6	0	0	0	0
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	Myrtaceae	0.78	4	4	0	0	4	7
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	Myrtaceae	0.78	6	1	0	0	2	4
<i>Eugenia sp 1</i>	Myrtaceae	0.78	8	0	0	0	5	6
<i>Eugenia uniflora</i> L..	Myrtaceae	0.85	0	0	0	7	0	0
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	0.27	0	0	0	0	9	5
Fabaceae 1		0.56	0	0	3	0	1	0
<i>Ficus glabra</i> Vell.	Moraceae	0.41	1	0	0	0	0	0
<i>Ficus insipida</i> Willd	Moraceae	0.41	0	0	0	1	0	1
<i>Ficus sp 1</i>	Moraceae	0.41	0	0	0	0	1	0

## Continua

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>g.cm<sup>-3</sup></b>	<b>ALV</b>	<b>CGH</b>	<b>SAN</b>	<b>IBI</b>	<b>BUL</b>	<b>PEMG</b>
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	0.49	8	13	23	22	0	1
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	0.36	0	1	0	0	0	0
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Nyctaginaceae	0.49	0	0	0	0	1	0
<i>Guarea guidonia</i>	Meliaceae	0.41	0	0	0	0	1	0
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss	Meliaceae	0.47	0	4	3	1	13	38
<i>Guarea macrophylla</i> (Vell.) T. D. Penn	Meliaceae	0.51	1	0	0	2	6	1
<i>Guateria</i> sp	Nyctaginaceae	0.36	0	0	0	0	1	0
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	0.94	0	1	0	0	0	0
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	0.71	14	2	1	4	6	4
Indeterminada 1			0	0	1	0	0	0
Indeterminada 10			0	0	0	0	1	0
Indeterminada 11			0	0	0	0	1	0
Indeterminada 12			0	0	0	0	1	0
Indeterminada 2			0	0	1	0	0	0
Indeterminada 3			0	0	1	0	0	0
Indeterminada 4			0	0	0	0	0	1
Indeterminada 5			0	0	0	0	1	0
Indeterminada 6			0	0	0	0	1	0
Indeterminada 7			0	0	0	0	0	1
Indeterminada 8			0	0	0	0	0	1
Indeterminada 9			0	0	0	1	0	0
<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	0.58	0	1	4	0	4	6
<i>Inga</i> sp 1	Fabaceae	0.55	0	0	0	4	0	0
<i>Inga</i> sp 2	Fabaceae	0.55	0	0	0	3	0	0
<i>Inga striata</i> Benth.	Fabaceae	0.53	1	0	7	0	6	1
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	0.56	0	0	1	0	0	0

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g.cm <sup>-3</sup>	ALV	CGH	SAN	IBI	BUL	PEMG
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Caricaceae	0.42	0	1	0	1	6	0
<i>Justicia brasiliana</i> Roth	Acanthaceae	0.64	0	0	0	1	1	0
Lauracea 1	Lauraceae	0.54	9	0	0	0	0	0
Lauracea 2		0.54	0	0	2	0	0	0
Lauracea 3		0.54	0	0	5	0	0	0
Lauracea 4		0.54	0	0	1	0	0	0
Lauraceae 5		0.54	0	0	0	4	0	0
Lauraceae 6		0.54	0	0	0	0	0	1
Lauraceae 7		0.54	0	0	0	0	1	0
Lauraceae 8		0.54	0	0	0	0	1	0
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Fabaceae	0.24	0	0	7	0	0	0
<i>Machaerium paraguariensis</i> Hassl.	Fabaceae	0.63	5	1	0	0	1	2
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Fabaceae	0.61	5	3	1	3	1	1
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	Phyllanthaceae	0.61	0	3	2	0	1	0
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	0.55	0	1	0	0	0	0
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek	Celastraceae	0.75	0	0	2	2	0	0
<i>Maytenus sp 1</i>	Celastraceae	0.75	0	0	1	0	0	0
<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	Rutaceae	0.68	19	68	21	76	0	0
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	0.62	0	1	0	0	1	1
<i>Mollinedia sp 1</i>	Moniminaceae	0.63	0	0	0	0	0	6
<i>Mollinedia sp 2</i>	Moniminaceae	0.63	0	0	0	0	4	0
<i>Myrcia sp1</i>	Myrtaceae	0.8	1	0	0	0	6	0
<i>Myrocarpus frondodus</i> Allemão	Fabaceae	0.65	1	0	1	3	0	0
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br ex Roem. & Schult	Primulaceae	0.52	0	0	0	0	0	1
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	0.52	2	2	2	3	0	0
Myrtaceae 7		0.67	0	0	0	18	0	0

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g.cm <sup>-3</sup>	ALV	CGH	SAN	IBI	BUL	PEMG
Myrtaceae 8		0.67	0	0	0	0	1	0
Myrtaceae 9		0.67	0	0	0	0	5	0
Myrtaceae 1		0.67	0	0	3	0	0	0
Myrtaceae 2		0.67	0	0	1	0	0	0
Myrtaceae 3		0.67	0	5	0	0	0	0
Myrtaceae 4		0.67	0	0	21	0	0	0
Myrtaceae 5		0.67	0	0	13	0	0	0
Myrtaceae 6		0.67	0	0	7	0	0	0
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Lauraceae	0.51	1	1	5	2	5	5
<i>Ocotea elegans</i> Mez	Lauraceae	0.52	1	0	0	0	1	0
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo	Lauraceae	0.52	0	0	0	1	0	0
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M. Johns	Euphorbiaceae	0.65	0	0	4	3	0	0
<i>Palicourea marcgravii</i> St.Hil	Rubiaceae	0.54	0	0	0	1	0	0
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	0.61	5	4	3	2	0	0
<i>Patagonula</i> CF <i>americana</i> L	Boraginaceae	0.54	0	0	0	1	0	0
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)Taub	Fabaceae	0.49	0	0	1	4	0	0
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phytolaccaceae	0.21	0	1	1	0	0	0
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	Picramniaceae	0.74	3	3	12	7	1	7
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem	Rutaceae	0.72	1	0	0	2	0	0
<i>Piper amalago</i> L.	Piperaceae	0.33	0	7	2	6	1	0
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Fabaceae	0.56	8	10	7	1	0	0
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Nyctaginaceae	0.3	0	0	0	0	2	0
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	Nyctaginaceae	0.3	0	1	0	0	1	1
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	Myrtaceae	0.76	0	1	0	0	1	0
<i>Poecilanthe parviflora</i>	Fabaceae	0.73	1	0	0	0	0	0
<i>Pombalia bigibbosa</i> (A. St - Hil.) Paula-Souza	Violaceae	0.67	0	0	1	0	0	0

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g.cm <sup>-3</sup>	ALV	CGH	SAN	IBI	BUL	PEMG
<i>Pouteria sp 1</i>	Sapotaceae	0.62	0	0	0	0	1	0
<i>Pouteria sp2</i>	Sapotaceae	0.62	0	0	0	0	1	0
<i>Prockia CF crucis</i> P. Browne	Flacourtiaceae	0.58	0	1	0	0	0	0
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Rosaceae	0.61	0	1	0	0	2	0
<i>Psychotria laciniata</i> Vell..	Rubiaceae	0.52	0	0	0	0	2	0
<i>Psychotria sp 4</i>	Rubiaceae	0.52	0	0	0	0	0	1
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	0.65	0	0	3	0	0	0
Rubiaceae 1	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	17	0
Rubiaceae 2	Lauraceae 3	0.64	0	0	0	0	3	0
Rubiaceae 3	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	2	0
Rubiaceae 4	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	0	8
Rubiaceae 5	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	2	3
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	0.57	5	0	6	6	0	0
Rutaceae 1	Rutaceae	0.72	0	0	0	0	2	0
Salicaceae 1		0.59	0	0	1	0	2	0
Salicaceae 2		0.59	0	0	1	0	0	0
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose.	Fabaceae	0.57	2	2	0	3	1	0
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. Ex Benth	Elaeocarpaceae	0.88	0	0	0	0	1	0
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	0	1
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St. - Hil..	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	0	1
<i>Solanum sp 1</i>	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	1	0
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger	Moraceae	0.56	8	21	1	21	9	8
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	0.81	7	5	0	1	0	1
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Apocynaceae	0.47	0	0	0	0	3	0
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.)Lillo.	Lamiaceae	0.73	0	0	2	0	0	0
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	Meliaceae	0.56	2	0	1	1	0	4

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>g.cm<sup>-3</sup></b>	<b>ALV</b>	<b>CGH</b>	<b>SAN</b>	<b>IBI</b>	<b>BUL</b>	<b>PEMG</b>
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Meliaceae	0.6	6	5	0	11	0	11
<i>Trichilia claussoni</i> C.DC	Meliaceae	0.61	0	0	0	0	25	31
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Meliaceae	0.56	7	0	3	2	2	4
<i>Trichilia pallens</i> D. DC	Meliaceae	0.56	0	0	0	0	1	1
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Meliaceae	0.49	9	11	8	5	1	3
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	Rutaceae	0.48	0	0	0	2	0	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	0.48	0	0	1	0	0	0
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Bignoniaceae	0.58	0	1	0	0	0	0
<b>Total (N° de indivíduos)</b>		<b>N</b>	<b>187</b>	<b>175</b>	<b>156</b>	<b>160</b>	<b>175</b>	<b>174</b>

**Apêndice C** - Frequências observadas das espécies amostradas nos 14 sítios de estudo de Mata Atlântica do Sul do Brasil. As letras representam as iniciais dos nomes das áreas. Fragmentos Florestais: A= Alvorada; C= Congonhas; S= Santo Antônio; I = Parque Estadual Ibicatu; B = Mata do Bule P = Parque Estadual Mata dos Godoy. Reflorestamentos: AR = Alvorada reflorestamento; CR = Congonhas Reflorestamento; SR = Santo Antônio Reflorestamento; A1 = Anhumas 1; A2 = Anhumas 2; C5 = Aca Capim 5; C6 = Aca Capim 6; SAL= Aca Salto.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g cm <sup>-3</sup>	A	C	S	I	B	P	AR	CR	SR	A1	A2	C5	C6	SAL
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	0.61	27	24	31	66	18	42	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Fabaceae	0.57	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	13	0
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Lamiaceae	0.27	3	2	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth) Burkart	Fabaceae	0.5	3	0	0	0	0	0	2	4	20	0	3	9	7	2
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	0.35	0	0	7	0	2	8	0	11	0	14	0	0	0	0
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Müll. Arg	Euphorbiaceae	0.35	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. - Hil.) Radlk	Sapindaceae	0.51	2	0	0	4	0	0	0	0	0	7	6	0	4	4
<i>Alseis floribunda</i> Schott	Rubiaceae	0.85	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	0.52	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	0.75	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	4	0
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	0.31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Annona sylvatica</i> A.St- Hil	Annonaceae	0.53	2	2	5	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Arecaceae 1		0.54	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	0.71	18	8	11	14	13	22	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	0.62	46	10	14	14	1	2	0	7	0	0	1	0	2	0
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Malvaceae	0.51	0	0	0	0	0	0	5	12	1	0	0	0	0	0
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	0.56	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	0.63	6	5	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Fabaceae	0.47	0	1	1	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Nyctaginaceae	0.34	6	2	2	4	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (Parodi) Burk.	Fabaceae	0.96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	0.43	0	0	1	0	9	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Myrtaceae	0.33	5	3	4	7	0	3	0	0	0	1	0	92	0	0

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g cm <sup>-3</sup>	A	C	S	I	B	P	AR	CR	SR	A1	A2	C5	C6	SAL
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi)Kuntze	Lecythidaceae	0.56	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Salicaceae	0.61	1	3	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Casearia sp 1</i>	Salicaceae	0.61	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	0.61	0	0	1	3	0	0	0	1	0	4	1	16	0	0
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec	Urticaceae	0.41	0	0	0	0	0	0	3	3	1	4	12	0	10	2
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	0.35	1	0	0	1	3	3	0	0	1	0	0	0	2	0
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae	0.51	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5	1	0	8	0
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.		0.54	3	10	4	2	4	5	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Am)Radlk	Sapotaceae	0.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham..	Verbenaceae	0.36	0	0	0	0	0	0	4	6	4	0	1	0	3	0
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	Cardiopteridaceae	0.49	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus sinensis</i> (L) Osbeck	Rutaceae	0.78	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coccoloba sp 1</i>	Polygonaceae	0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	6
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae	1.07	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhaminaceae	0.62	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	2	0
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	0.5	1	4	0	0	0	0	2	3	5	0	1	0	6	0
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	0.42	0	1	1	0	7	5	0	13	4	9	8	0	0	0
<i>Cronton urucurana</i> Baill	Euphorbiaceae	0.24	0	0	0	0	0	0	3	0	0	12	5	0	3	8
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	0.64	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J Silva	Fabaceae	0.52	3	5	4	1	0	0	4	0	5	0	33	2	0	6
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Ebenaceae	0.83	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr	Lauraceae	0.68	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	0.38	0	0	0	1	0	0	6	4	8	1	5	0	0	2

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g cm <sup>-3</sup>	A	C	S	I	B	P	AR	CR	SR	A1	A2	C5	C6	SAL
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	0.88	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Erythrina falcata</i> L.	Fabaceae	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Erythroxylum buxus</i> Peyer.	Erythroxylaceae	0.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Eugenia involucrata</i> DC	Myrtaceae	0.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Rutaceae	1.08	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia florida</i> DC.	Myrtaceae	0.54	0	1	4	3	0	3	0	0	0	6	1	1	1	6
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	Myrtaceae	0.78	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	Myrtaceae	0.78	4	4	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	Myrtaceae	0.78	6	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia sp 1</i>	Myrtaceae	0.78	8	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia uniflora</i> L..	Myrtaceae	0.85	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	0.27	0	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae 1		0.56	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ficus glabra</i> Vell.	Moraceae	0.41	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ficus insipida</i> Willd	Moraceae	0.41	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficus sp 1</i>	Moraceae	0.41	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficus sp 2</i>	Moraceae	0.41	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	0.49	8	13	23	22	0	1	0	6	0	0	0	0	2	0
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	0.36	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Nyctaginaceae	0.49	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guarea guidonia</i>	Meliaceae	0.41	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss	Meliaceae	0.47	0	4	3	1	13	38	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Guarea macrophylla</i> (Vell.) T. D. Penn	Meliaceae	0.51	1	0	0	2	6	1	0	0	0	6	1	0	1	0
<i>Guateria sp</i>	Nyctaginaceae	0.36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Malvaceae	0.47	0	0	0	0	0	0	32	13	11	11	4	0	6	0
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	0.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1

*Continua*

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g cm <sup>-3</sup>	A	C	S	I	B	P	AR	CR	SR	A1	A2	C5	C6	SAL
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.)	Bignoniaceae	0.94	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	0.87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	Bignoniaceae	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Malvaceae	0.47	0	0	0	0	0	0	2	41	13	0	0	0	2	1
<i>Hymenaea courbaril stilbocarpa</i> (Hayne)Y. T & Langenh	Caesalpiniaceae	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	0.71	14	2	1	4	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 1			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 10			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 11			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 12			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 2			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 3			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 4			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 5			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 6			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 7			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 8			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 9			0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	0.58	0	1	4	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inga sp 1</i>	Fabaceae	0.55	0	0	0	4	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
<i>Inga sp 2</i>	Fabaceae	0.55	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inga sp 4</i>	Fabaceae	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Inga sp 5</i>	Fabaceae	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Fabaceae	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Inga striata</i> Benth.	Fabaceae	0.53	1	0	7	0	6	1	1	2	0	8	72	0	2	11

## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g cm <sup>-3</sup>	A	C	S	I	B	P	AR	CR	SR	A1	A2	C5	C6	SAL
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	0.56	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Caricaceae	0.42	0	1	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Justicia brasiliiana</i> Roth	Acanthaceae	0.64	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Lythraceae	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lauracea 1	Lauraceae	0.54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauracea 2		0.54	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauracea 3		0.54	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauracea 4		0.54	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauraceae 5		0.54	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauraceae 6		0.54	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauraceae 7		0.54	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauraceae 8		0.54	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauraceae 9	Lauraceae	0.54	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Lauraceae 10	Lauraceae	0.54	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	0.68	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Anacardiaceae	0.52	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	Fabaceae	0.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Luehea divaricata</i> Mart	Malvaceae	0.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	11	0	6
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	Fabaceae	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Machaerium nyctitans nyctitans</i> (Vell.) Benth	Fabaceae	0.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Fabaceae	0.24	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Machaerium paraguariensis</i> Hassl.	Fabaceae	0.63	5	1	0	0	1	2	0	0	0	0	3	8	1	37
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Fabaceae	0.61	5	3	1	3	1	1	0	0	0	0	0	1	3	0
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Fabaceae	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	0.71	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	2	2





## Continua

ESPÉCIE	FAMÍLIA	g cm <sup>-3</sup>	A	C	S	I	B	P	AR	CR	SR	A1	A2	C5	C6	SAL
<i>Psychotria sp 4</i>	Rubiaceae	0.52	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.)A.Robyns	Malvaceae	0.39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Psidium guajava</i> L	Myrtaceae	0.50	0	0	0	0	0	0	0	3	1	8	3	1	8	14
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	0.65	0	0	3	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Rubiaceae	0.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4
Rubiaceae 1	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae 2	Lauraceae 3	0.64	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae 3	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae 4	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae 5	Rubiaceae	0.64	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	0.57	5	0	6	6	0	0	0	0	0	1	2	8	3	1
Rutaceae 1	Rutaceae	0.72	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salicaceae 1		0.59	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salicaceae 2		0.59	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Euphorbiaceae	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	0.43	0	0	0	0	0	0	16	31	41	41	2	0	6	2
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose.	Fabaceae	0.57	2	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. Ex Benth	Elaeocarpaceae	0.88	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St. - Hil..	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3	0	0
<i>Solanum sp 1</i>	Solanaceae	0.53	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger	Moraceae	0.56	8	21	1	21	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	0.81	7	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Apocynaceae	0.47	0	0	0	0	3	0	0	14	5	0	0	0	5	1
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	0.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0

<b>ESPÉCIE</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>g cm<sup>-3</sup></b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>I</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>AR</b>	<b>CR</b>	<b>SR</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>SAL</b>
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.)Lillo.	Lamiaceae	0.73	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Canabaceae	0.31	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	1	0	2	2
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	Meliaceae	0.56	2	0	1	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Meliaceae	0.6	6	5	0	11	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC	Meliaceae	0.61	0	0	0	0	25	31	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Meliaceae	0.56	7	0	3	2	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Trichilia pallens</i> D. DC	Meliaceae	0.56	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Meliaceae	0.49	9	11	8	5	1	3	0	27	0	0	0	0	0	1
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	Rutaceae	0.48	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Lamiaceae	0.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	Salicaceae	0.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	0.48	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Bignoniaceae	0.58	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>			<b>187</b>	<b>175</b>	<b>156</b>	<b>160</b>	<b>175</b>	<b>174</b>	<b>90</b>	<b>188</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>145</b>	<b>223</b>	<b>119</b>	<b>129</b>