

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

# ***Boletim de Pesquisa 127*** ***e Desenvolvimento***

ISSN 1678-0892  
Dezembro, 2008

## **BIOMASSA ARBÓREA EM FRAGMENTOS DA MATA ATLÂNTICA FLUMINENSE**



**Embrapa**  
Solos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2008

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 127***

### **Biomassa Arbórea em Fragmentos da Mata Atlântica Fluminense**

*Jorge Araújo de Sousa Lima*

*Dora Maria Villela*

*Celso Vainer Manzatto*

Rio de Janeiro, RJ  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ  
Fone: (21) 2179-4500  
Fax: (21) 2274.5291  
Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)  
E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações**

**Presidente:** Aluísio Granato de Andrade

**Secretário-Executivo:** Antônio Ramalho Filho

**Membros:** Marcelo Machado de Moraes, Jacqueline S. Rezende Mattos,  
Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio  
F. da Motta, Vinícius de Melo Benites, Elaine Cristina Cardoso  
Fidalgo, Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin, Pedro Luiz de  
Freitas, Waldir de Carvalho Júnior.

**Supervisor editorial:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**Revisor de Português:** *André Luiz da Silva Lopes*

**Normalização bibliográfica:** *Cláudia Regina Delaia*

**Editoração eletrônica:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**1ª edição**

1ª impressão (2008): online

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

Lima, Jorge Araújo de Sousa.

Biomassa arbórea em fragmentos da mata atântica fluminense / Jorge Araújo de Sousa Lima, Dora Maria Villela e Celso Vainer Manzatto. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.

21 p.: il. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 127).

1. Biomassa arbórea. 2. Fragmentação florestal. 3. Equações alométricas. I. Villela, Dora Maria. II. Manzatto, Celso Vainer. III. Título. IV. Série.

CDD (21.ed.) 634.98

---

© Embrapa 2008

## Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Material e métodos .....</b>	<b>11</b>
<b>Resultados e discussão .....</b>	<b>14</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>17</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>18</b>

# Biomassa Arbórea em Fragmentos da Mata Atlântica Fluminense

---

*Jorge Araújo de Sousa Lima<sup>1</sup>*

*Dora Maria Villela<sup>2</sup>*

*Celso Vainer Manzatto<sup>3</sup>*

## RESUMO

Na Mata Atlântica do Sudeste Brasileiro persistem florestas em apenas 11,8% da superfície original nessa região. A fragmentação é contínua gerando impactos sobre o acúmulo de biomassa. Esta tem relevância ambiental, dado o interesse no desenvolvimento de modelos preditivos dos estoques terrestres de carbono em todas as latitudes ante às crescentes emissões de gases de efeito estufa. Tendo em vista a carência de estimativas relativas aos fragmentos de pequenas dimensões (< 50 ha), objetivou-se no presente estudo estimar a biomassa arbórea acima do solo de três amostras da Baixada Litorânea Fluminense inseridos na Área de Proteção Ambiental Rio São João. Utilizou-se equação alométrica com entradas de diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e a densidade específica da madeira. Os resultados obtidos (119 a 190 Mg.ha<sup>-1</sup>) evidenciaram proximidade e distância em relação a outras estimativas de biomassa da Mata Atlântica, sugerindo a necessidade do desenvolvimento de equações alométricas específicas para os ecossistemas representativos deste bioma.

*Palavras chave:* densidade específica da madeira, equações alométricas, fragmentação.

---

<sup>1</sup> Eng. Agr. MSc. Pesquisador Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro - RJ. CEP: 22460-000. E-mail: jorge@cnps.embrapa.br

<sup>2</sup> Bióloga, PhD. (UENF) - Laboratório de Ciências Ambientais, UENF. E-mail: dora@uenf.br.

<sup>3</sup> Eng. Agr. DSc. Embrapa Solos. E-mail: celso@cnps.embrapa.br

# **Aboveground biomass of Atlantic Forests fragments from Rio de Janeiro's coastal plains**

---

## **ABSTRACT**

The remnants of Atlantic forest within Brazilian Southeastern totalize around 6.563.125 ha that represent only 11,8% of its original territory. The fragmentation process is intense and impacts on forest biomass are dramatic. Accurate estimations of C in terrestrial ecosystems are useful to generate a more precise assessment of carbon economy under global concerns about greenhouse gases. Due to the gap of forest biomass estimations of small and extremely vulnerable fragments, this work present estimations of biomass stocks for three fragments (< 50 ha) from the Coastal Plains of Rio de Janeiro' State. An allometric equation was used upon data of basal area (four 400 m<sup>2</sup> plot per fragment) and wood density directly measured on samples extracted at 1,30 m height of the trunk. Trees sampled belong to the species of major dominance (2/3 of basal area). Results obtained (119 – 190 Mg.ha<sup>-1</sup>) revealed nearby and departures from estimations of other Atlantic Forest studies, thus suggesting the need of specific allometric equations for representative ecosystems of the biome.

Index terms: Allometric equation; forest fragmentation; specific Swood density.

## INTRODUÇÃO

Na Mata Atlântica do Sudeste Brasileiro persistem, de acordo com SOS Mata Atlântica (2008), cerca de 6.563.125 ha de remanescentes florestais ou apenas 11,8% da superfície original nessa região. Cumprem funções ambientais e ecológicas significativas como sumidouros do carbono atmosférico, conservam a biodiversidade e asseguram fontes de água limpa (FISHER et al. 2009).

A importância do controle das emissões de gases de efeito estufa tem exigido valores representativos dos estoques de biomassa para os cálculos de balanço de C (HOUGHTON, 2007). Muito embora a flora da região sudeste da Mata Atlântica seja relativamente bem conhecida, há poucos estudos de quantificação de sua biomassa (VIEIRA et al. 2008) que é dramaticamente influenciada pela fragmentação que resulta da ampliação de áreas urbanas e de sistemas agropecuários (PROCÓPIO-OLIVEIRA, 2008).

No perímetro mais externo ao fragmento ocorre um conjunto variável de mudanças na composição e estrutura da floresta conhecido como efeito de borda (MURCIA, 1995). Este favorece espécies pioneiras que apresentam rápido crescimento e têm madeira de menor densidade, pois os tecidos condutivos têm menor custo fotossintético de elaboração, por outro lado, sendo mais frágeis, limitam a altura dos indivíduos (SANTIAGO et al. 2004) com impacto direto sobre a biomassa.

A acumulação de biomassa segue paralelamente ao crescimento da floresta dentro do processo de sucessão vegetal no qual as espécies que inicialmente dominam o espaço são eliminadas à medida em que as características de maior tolerância a níveis cada vez mais fracos de luminosidade pressionam as populações (GRIMME, 1977). Com isso espécies de crescimento mais rápido dão lugar àquelas de madeira mais densa, maior fuste em relação à copa e maior altura máxima (CHAPIN, 1992).

Outro fator que eventualmente pode se tornar importante é o estado de degradação do solo pós uso, o qual pode dificultar o estabelecimento das plantas impondo ritmo lento de fixação de carbono nos estádios iniciais de sucessão (UHL & BUSBACHER, 1985).

As estimativas mais confiáveis de biomassa são aquelas realizadas por métodos destrutivos, os quais demandam recursos expressivos para processar uma amostra representativa, além de restrições legais e culturais para o abate de árvores. Para contornar essas limitações, são utilizadas equações que se baseiam no princípio alométrico da relação entre as medidas de determinados compartimentos como diâmetro do tronco e altura de fuste, entre outros, com o tamanho geral (volume) da planta (WEST et al. 1999). A mais comum é  $M = aD^b$  onde  $M$  é a biomassa em peso seco (em geral  $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), já  $D$  é o diâmetro do tronco (em cm) à 1,30 m (DAP), enquanto  $a$  e  $b$  são coeficientes próprios de forma da espécie, variando com a idade das árvores, a qualidade de sítio, o clima e a densidade de árvores (ZIANIS & MENCUCCINI, 2004).

Sendo grandes as quantidades de espécies nas florestas tropicais, desenvolveram-se modelos gerais baseando-se na área basal (área do tronco à 1,30 de altura =  $\text{DAP} \times \pi$ ), mas também com a altura das árvores que são menos utilizadas pela pouca disponibilidade de dados precisos (MULLER-LANDAU et al. 2004; CHAVE et al. 2005). É comum o uso de um valor *a priori* de densidade específica da madeira (DEM) para a transformação de volume à massa, mas a avaliação local de DEM reduz a imprecisão (BAKER et al. 2004, NOGUEIRA et al. 2007).

Neste trabalho, objetivou-se estimar a biomassa arbórea acima do solo de pequenos fragmentos florestais (< 50 ha) da Baixada Litorânea Fluminense inseridos na Área de Proteção Ambiental Rio São João. Esse estudo é parte de projeto de pesquisa sobre impactos da fragmentação florestal conduzidos pelo Laboratório de Ciências Ambientais (LCA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) em convênio com a Associação Mico Leão Dourado e financiamento do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA – Ministério do Meio Ambiente).



## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Os trabalhos de campo foram realizados em três fragmentos florestais da baixada litorânea fluminense na região do Imbaú, Município de Silva Jardim – RJ (ao redor de 35 m de altitude; 22°39'03"S 42°23'30"W; Figuras 1 e 2). São conhecidos localmente como Afetiva (19 ha em Latossolo Amarelo Distrófico argissólico), Estreito (20 ha em Gleissolo Háptico Ta Distrófico) e Vendaval (26 ha em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico). A vegetação dominante é a Floresta Ombrófila Densa de acordo com o sistema de classificação de Veloso et al. (1991).

Os principais usos da terra na região são as pastagens, as florestas naturais e os cultivos, que correspondem, respectivamente, a 60, 24 e 13% da área total de estabelecimentos agropecuários (38.075 ha – IBGE, 2008a). Conforme SOS Mata Atlântica (2008), as florestas naturais ocupam 33% da superfície total do município (93.953 ha) o que corresponde a 31.004 ha. Segundo Procópio-Oliveira et al. (2008), a fragmentação é acentuada com predomínio de fragmentos de até 50 ha, expostos a degradação, nos quais se sobressaem as famílias botânicas *Leguminosae*, *Lauraceae*, *Rubiaceae*, *Bignoniaceae* e *Euphorbiaceae*.

De acordo com o RADAMBRASIL (1982) essa zona pertence à Unidade Geomorfológica Colinas e Maciços Costeiros, caracterizando-se pela topografia deprimida com reduzidos valores altimétricos. A geologia local corresponde às rochas do Complexo Paraíba do Sul, predominando rochas gnáissicas do Pré-Cambriano e nos vales, por sedimentos colúvio-aluvionares. O relevo é de colinas aprofundadas e convexas, de altitude média ao redor de 150 m, conhecidas pela forma de *meia laranja*.

O clima é tropical úmido com estação chuvosa entre setembro e abril, sendo classificado pelo sistema de Köppen, no tipo Aw Tropical Chuvoso com estação seca no inverno e totais pluviométricos entre 1.500 e 2.000 mm.

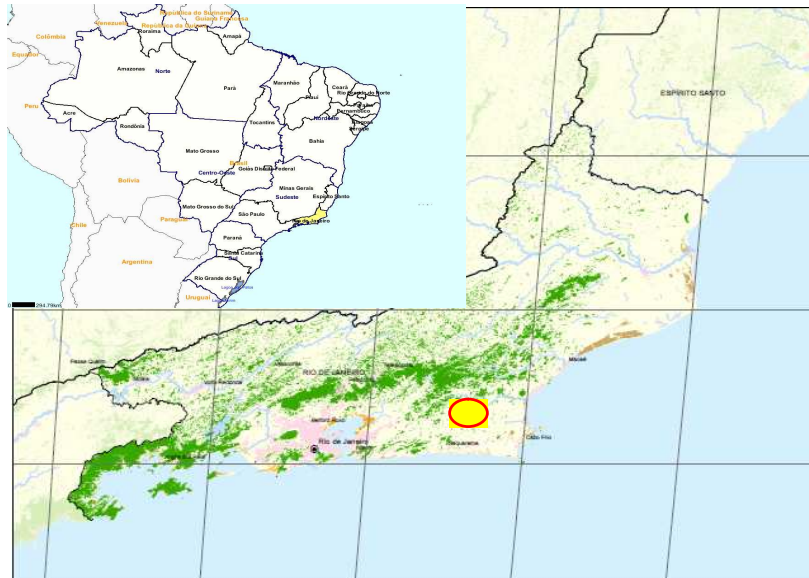


Figura 1. Mapas localizando o Estado do Rio de Janeiro e Silva Jardim em destaque (menor: IBGE, 2008b; maior: SOS MATA ATLÂNTICA, 2008).

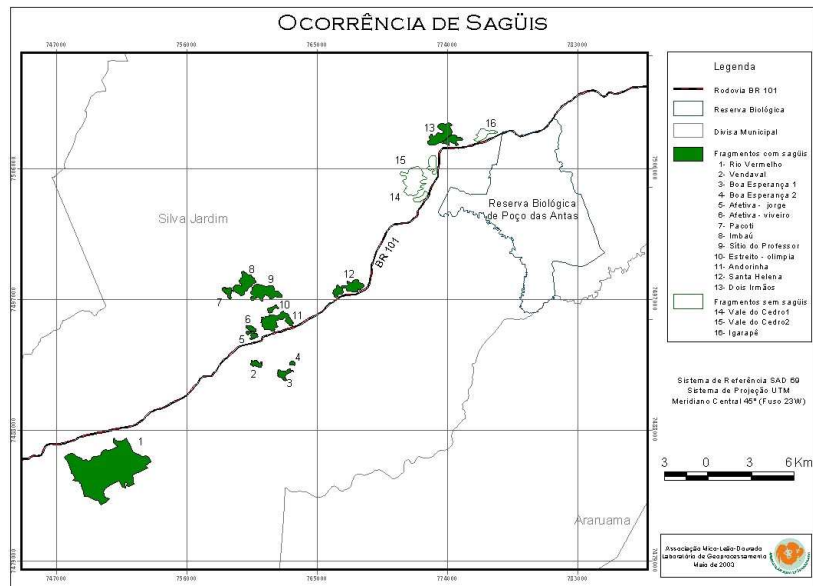


Figura 2. Localização dos fragmentos florestais. (Destacados em vermelho. Fonte: Associação Mico Leão Dourado; www.micoleao.org.br).

## Estimativa de biomassa

Foram estabelecidas quatro parcelas de 20 x 20 m em cada fragmento distribuídas aleatoriamente, mas evitando-se as bordas por, pelo menos, 20 m. Em seu interior foi mensurado o diâmetro do tronco de cada árvore a 1,30 m de altura do solo (DAP).

As estimativas de biomassa foram feitas por cada indivíduo arbustivo-arbóreo com DAP (diâmetro à altura do peito)  $\geq 5$  cm. A cada fragmento atribuiu-se um valor que representa a média das quatro parcelas em  $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . A identificação das espécies se fez através da comparação com exsicatas dos herbários da UENF e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Três indivíduos de dimensões médias foram selecionados de cada uma das espécies de maior dominância (2/3 da área basal) de cada fragmento de acordo com Segura & Kanninen (2005) para a determinação das respectivas DEMs. A coleta de material lenhoso se fez no tronco a 1,30 m de altura (NOGUEIRA et al. 2005), com uso do trado de incremento de 300 mm (ELOFORTE, 2005). A amostra ( $1\text{ cm}^3$ ) teve seu volume medido pelo deslocamento de água em recipiente graduado e o peso foi representado em grama após secagem em estufa a  $70^\circ\text{C}$  até peso constante.

Às árvores de espécies não amostradas atribuiu-se a média da DEM obtida para os indivíduos da mesma espécie amostrados em outros fragmentos. Às demais atribuíram-se valores de DEM disponíveis em literatura, mas na ausência dessa informação e aos indivíduos não identificados atribuiu-se à média da densidade obtida para as espécies de maior dominância de cada fragmento.

A equação de Chave et al. (2001) aqui utilizada foi desenvolvida em floresta tropical e tem sido utilizada em outros estudos da região (ROLIM et al. 2005; VIEIRA et al. 2008) e na Amazônia (BAKER et al. 2004). A mesma estabelece valores *a priori* de densidade de madeira de  $0,67\text{ g/cm}^3$ . Mas esse valor foi corrigido para utilizar o valor de DEM de cada árvore determinado pela metodologia previamente descrita. A equação é a seguinte:

$$\ln(\text{PS}) = -2,19 + 2,54 (\ln \text{DAP}); r^2 = 0,97$$

PS = biomassa em peso seco (kg)

DAP = diâmetro à altura do peito em cm.

Utilizou-se estatística descritiva através de médias e desvios padrão para dimensionar DEM de espécies e a área basal (AB) e biomassa dos fragmentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de maior dominância apresentaram variação considerável de DEM em torno de uma média geral de 3,5% de coeficiente de variação (Tabela 2). *Plathymenia foliolosa*, *Piptadenia gonoacantha* e *Guapira nitida* apresentaram os maiores coeficientes da amostra com 8,6; 8,1 e 6,6%. Já *Apuleia leiocarpa*; *Tabernae catharinaceae*; *Inga sp* e *Casearia sp.*, ao contrário, apresentaram os menores com, respectivamente, 1,0; 1,0; 0,5 e 0,4%, indicando variabilidade diferenciada entre espécies.

As maiores DEM foram, de forma destacada, de *Apuleia leiocarpa* (*Garapa*) e *Piptadenia gonoacantha* (*Pau Jacaré*), enquanto a menor foi de *Guapira nitida* (*Pau Mole*) com apenas 0,42 g.cm<sup>-3</sup> (Tabela 2).

As médias de DEM por fragmento (Tabela 3) foram bastante próximas, ao redor de 0,67 g.cm<sup>-3</sup>, coincidente com o valor *a priori* utilizado por Chave (2001). Destaca-se a maior variabilidade de Vendaval quanto à área basal (85%) comparativamente aos demais fragmentos entre 22 e 29% (C.V.), o que reflete seu estado de degradação com a elevada ocorrência de clareiras em fase de incial de regeneração arbórea.

Uma vez que a biomassa é calculada com os dados de área basal, houve maior proximidade pelos valores estimados entre Afetiva e Estreito e o menor valor de Vendaval (Tabela 3). A média geral de 166 Mg.ha<sup>-1</sup> está dentro da amplitude dos valores encontrados, em outros estudos da Mata Atlântica para valores próximos de área basal (Tabela 4).

**Tabela 2** – Densidade específica da madeira ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) e dominância relativa (DR%) das populações amostradas por fragmento. (AFT – Afetiva, EST – Estreito e VND – Vendaval).

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>DEM* (<math>\text{g.cm}^{-3}</math>)</b>	<b>AFT %</b>	<b>EST %</b>	<b>VND %</b>
<i>Leg Caesalpinoideae</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	0,771 (0,008)	8,6		9,3
<i>Leg Mimosoideae</i>	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	0,770 (0,062)	5,4		
<i>Leg Mimosoideae</i>	<i>Inga</i> sp.	0,740 (0,004)	4,2		
<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex</i> sp.	0,724 (0,027)		19,6	
<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia</i> sp.	0,702 (0,003)	1,6		
<i>Lauraceae</i>	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	0,691 (0,021)	7,1	21,0	10,6
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl subsp. tuberculata	0,690 (0,023)	3,0		
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	0,686 (0,040)	10,7	30,9	
<i>Annonaceae</i>	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	0,681 (0,008)	1,9		
<i>Apcynaceae</i>	<i>Tabernaemontana catharinense</i> A. DC.	0,677 (0,007)	2,0		
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	0,663 (0,024)	4,5		5,9
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Sparattoperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	0,630 (0,008)	12,7		
<i>Leg Mimosaceae</i>	<i>Plathymeria foliolosa</i> Benth.	0,628 (0,054)			22,9
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg.	0,543 (0,030)	2,9		9,4
<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A. Schmidt) Lundell	0,425 (0,028)	2,1		8,5
Média Geral		0,658 (0,023)			
Total			66,6	71,5	66,6

\* Desvio padrão de DEM entre parênteses.

**Tabela 3** – Médias de AB, de densidade específica da madeira (DEM) e biomassa ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) com os respectivos desvios padrões.

Fragmento	AB ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ )	DEM ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	Biomassa ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )
Afetiva	23,2 (5,1)	0,673 (0,030)	190,395 (50861)
Estreito	22,0 (6,5)	0,668 (0,018)	189,970 (44224)
Vendaval	13,0 (11,0)	0,687 (0,023)	118,642 (77284)
Média	19,4 (7,5)	0,676 (0,024)	166,336 (57456)

Observando-se em separado, a biomassa de Vendaval foi superior à obtida por Drumond et al. (1996) e por Lima et al. (2006) em Floresta Semidecídua de Minas Gerais, assim como de uma das amostras de Burger et al. (2005) na Serra do Mar paulista (Tabela 4). Mas em outra amostra desses mesmos autores, obteve-se valor relativamente próximo (110 a  $160 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e compatíveis com os de Rolim et al. (2005) na Reserva Florestal de Linhares-ES.

Em relação aos dados da Amazônia, as estimativas de biomassa para Estreito e Afetiva apresentaram tendência a valores mais baixos de biomassa para a faixa próxima da área basal (Tabelas 3 e 4). Já a biomassa estimada em Vendaval foi bem superior ao obtido por Steininger (2000), embora compatível com os demais.

Métodos e equações distintas, assim como a variação de DEM entre sítios com valores próximos de área basal próxima, mas diferentes proporções de populações pioneiras e secundárias, são fontes importantes de variação, sugerindo a necessidade do ajuste de equações específicas para ecossistemas representativos da Mata Atlântica (Tabelas 3 e 4).

Vale mencionar que, embora os estudos e estimativas de biomassa para as florestas secundárias de Mata Atlântica careçam de estudos alométricos, modelos que exigem o dado de altura da árvore, ainda que possam ter maior acurácia, podem resultar em erros consideráveis, conforme apontado por Vieira et al. (2008), por causa do efeito significativo de pequenas imprecisões nessa medida.

**Tabela 4** - Estimativas de biomassa ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) em outros estudos em que os valores de área basal ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foram relativamente próximos aos fragmentos do presente estudo.

BIOMA	MÉTODO	AB ( $\text{m}^2$ )	BIOMASSA ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	AUTOR
M. Atlântica	Destrutivo	17	~ 65	Lima et al. 2006
M. Atlântica	Alometria	18	110 – 160	Burger, 2005
M. Atlântica	Alometria	~ 18,8	55 – 70	Burger, 2005
M. Atlântica	Alometria	26,7	58	Drummond et al. 1996
M. Atlântica	Alometria	28,5	241 – 437	Rolim et al. 2005
M. Atlântica	Alometria	30,2	154 – 190	Lima et al. 2006
Amazônia	Alometria	13	46	Steininger, 2000
Amazônia	Alometria	14,3	62 – 142	Alves et al, 1997
Amazônia	Alometria	19	132	Steininger, 2000
Amazônia	Alometria	21,9	103 – 216	Alves et al. 1997
Amazônia	Alometria	25,9	316	Nascimento et al. 2007
Amazônia	Alometria	14,5	125	Killeen et al. (1998)
Amazônia	Alometria	19,9	214	Killeen et al. (1998)
Amazônia	Alometria	23,1	251	Proyecto, (1981) apud Baker et al. (2004)
Amazônia	Alometria	24,2	255	Pitman et al. (2001)
Amazônia	Alometria	24,3	202,4	Proyecto, 1981 apud Baker et al. (2004)
Amazônia	Alometria	24,8	234	Killeen et al. (1998)
Amazônia	Alometria	25	173	Killeen et al. (1998)
Amazônia	Alometria	25,2	250	Proyecto, 1981 apud Baker et al. (2004)

## CONCLUSÃO

As estimativas de biomassa arbórea acima do solo dos fragmentos estudados (119 a 190 Mg) evidenciam proximidade e discrepâncias em relação a outros pontos da Mata Atlântica e a outras florestas tropicais. Este fato sugere que, para uma avaliação mais precisa de seu valor ambiental, é indispensável o desenvolvimento de equações alométricas específicas para os ecossistemas representativos deste bioma.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. M. K.; ALMEIDA, S. A.S.; SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 3, p. 451-461, 1997.
- BAKER T. R.; PHILLIP O. L. W.; MALHI Y.; ALMEIDA S.; ARROYO L.; DIFIORE A.; ERWIN T.; KILLEEN T. J.; LAURANCE S.; LAURANCE W.; LEWIS S.; LLOYD, D.; MONTEAGUDO, A.; NEILL D.; PATIÑO S.; PITMAN, N. C. A.; SILVA J. N. M.; MARTINEZ, R.V. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**, v. 10, p. 545-562, 2004.
- BURGER, D. **Modelos alométricos para a estimativa da fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar**. 2005. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CHAPIN III, F. S. Effects of multiple environmental stresses on nutrient availability and use. In: MOONEY, H. A.; WINNER, W. E.; PELL, E. J (Ed.). **Response of plants to multiple stresses**. San Diego. Academic Press, 1992 p. 67-88.
- CHAVE, J.; ANDALO C.; BROWN S.; CAIRNS M.A.; CHAMBERS, J.Q. EAMUS D.; FOLSTER H.; FROMARD F.; HIGUCHI N.; KIRA T.; LESQUIRE J.P.; NELSON W.; OGAWA H.; PUIG H.; RIERA B.; YAMAKURA T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, p. 87-99, 2005.
- CHAVE, J.; RIÈRA, B.; DUBOIS, M. A. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. **J Trop Ecol**, Cambridge, v. 17, p. 79-96, 2001.
- DRUMOND, M. A.; BARROS, F. N.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. Alterações fitossociológicas e edáficas na Mata Atlântica em função das modificações da cobertura vegetal. **R. Arv**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 451-466, 1996.



ELOFORTE, E. F. **Máquinas e equipamentos**. Disponível em: <<http://www.eloforte.com/novo/inicio.htm>>. acesso em: 4 de abr. 2005.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological economics**, v. 68, n. 3, p. 643-653, 2009.

GRIMME, J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**. v.111 p. 1169-1194. 1977.

HOUGHTON, R. A. Balancing the global carbon budget. **Annu. Rev. Earth. Planet. Sci**, v. 35, p. 131-347, 2007.

IBGE. Área dos estabelecimentos em agropecuária. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 14/12/2008.

IBGE. **Mapas territoriais – 1996**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/default.asp?z=t&o=4&i=P>>. Acesso em: 14/12/2008b.

KILLEEN, T. Vegetation and flora of Parque Nacional Noel Kempff Mercado. In: KILLEEN, T (Ed.). **A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia**. Washington, DC: Conservation International, 1998. p. 61-85.

LIMA, J. A. S.; KINDEL, A.; CARMO, C. A. F. S.; MOTTA, P. E. F. Composição, estrutura e biomassa de fragmentos florestais. In: CARMO, C.A.F.S. (Ed.). **Seqüestro de Carbono: Quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural**. Viçosa: EMBRAPA SOLOS, 2006.

MULLER-LANDAU, H. C. Interspecific and intersite variation in wood specific gravity of tropical trees: Patterns, causes, and consequences. **Biotropica**, v. 36, p. 20-32, 2004.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NASCIMENTO, M. T.; BARBOSA, R. I.; VILLELA, D. M.; PROCTOR, J. Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests. **Plant Ecol**, v. 192, p. 181–191. 2007.

NOGUEIRA, E. M.; NELSON, B. W. B.; FEARNSIDE, P. M. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 208, p. 261-286, 2005.

PITMAN, N. C. A.; TERBORGH, J. W.; SILMAN, M. R.; PERCY-NUÑEZ, P.; NEIL, D. A.; CERÓN, C. E.; PALACIOS, W. A.; AULESTIA, M. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. **Ecology**, Ithaca, v. 82, p. 2102-21-17, 2001

PROCÓPIO-OLIVEIRA, P. P.; NASCIMENTO, M. T.; CARVALHO, F. A.; VILLELA, D. M.; KIERULFF, M. C. M.; VERULI, V. P.; LAPENTA, M. J.; SILVA, A. P. Qualidade do habitat na área de ocorrência do mico-leão-dourado. In: OLIVEIRA, P. P.; GRATIVOL, A. D.; Miranda, C. R. R. (Eds.). **Conservação do mico-leão-dourado: Enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2008. p. 14 –39.

RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. **Folha SF**, Rio de Janeiro, v. 32, 1982.

ROLIM S. G.; JESUS R. M.; NASCIMENTO H. E. M; COUTO H. T. Z.; CHAMBERS J. Q. Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. **Oecologia**, v. 142, n. 2, p. 238-246, 2005.

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.

SEGURA M.; KANNINEN M. ALLOMETRIC Models for Tree Volume and Total aboveground Biomass in a Tropical Humid Forest in Costa Rica. **Biotropica**, v. 37, n. 2, 2005.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2000 a 2005**. São Paulo: Editora Fundação SOS Mata Atlântica, 2008. 157 p. Disponível em: <[www.matatlantica.org.br](http://www.matatlantica.org.br)>. acesso em 14/12/2008.

STEININGER M. K. Satellite estimation of tropical secondary forest above-ground biomass: data from Brazil and Bolivia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, p. 1139–1157.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. Abandoned pastures in eastern Amazonia: Patterns of plant succession. **Journal of Ecology**, v.76, p.663-681, 1988.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE - Diretoria de Geociências, 1991. 123 p.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; AIDAR, M. P. M.; ARAÚJO, L. S.; BAKER, T.; BATISTA, J. L. F.; CAMPOS, M. C. R.; CAMARGO, P. B.; CHAVE, J.; DELITTI, W. B.; HIGUCHI, N.; HONÓRIO, E.; JOLY, C.A.; KELLER, M.; MARTINELLI, L. A.; DE MATTOS, E. A.; METZKER, T.; PHILLIPS, O., SANTOS, F. A. M., SHIMABUKURO, M. T., SILVEIRA, M.; TRUMBORE, S. E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotrop**, v. 8, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?point-of-view+bn00108022008>>. Acesso em: 15 janeiro de 2009.

WEST, G. B.; BROWN, B. J.; ENQUIST, B. J. A general model for the structure and allometry of plant vascular systems Geoffrey B. **Nature**, v.400, p. 664 – 667, 1999.

ZIANIS, D.; MENCUCCINI, M. On simplifying allometric analyses of forest biomass. **Forest Ecology and Management**, v.187, p. 311–332, 2004.