

# JURIS AMBIENTIS

CONSULTORES



## Estimativa de Fitomassa na Área do Reservatório – UHE Baixo Iguaçu



Curitiba, dezembro de 2016



## Sumário

<b>Lista de Tabelas</b> .....	II
<b>EQUIPE TÉCNICA</b> .....	1
1      Introdução .....	2
2      Objetivos .....	4
3      Metodologia .....	5
3.1    Base de dados.....	5
3.2    Determinação das equações alométricas .....	5
3.2.1    Florestas Nativas .....	5
3.2.2    Reflorestamentos com <i>Eucalyptus</i> sp. ....	6
4      Resultados .....	10
4.1    Floresta Estacional Semidecidual estágio Inicial.....	10
4.2    Floresta Estacional Semidecidual estágio Médio .....	11
4.3    Reflorestamentos com <i>Eucalyptus</i> sp. ....	12
5      Espacialização da fitomassa arbórea na área do futuro reservatório .....	13
Referências Bibliográficas .....	14
Anexo .....	16



## Lista de Tabelas

Tabela 1. Equações utilizadas para estimativa de fitomassa nas áreas de Reflorestamentos com <i>Eucalyptus</i> sp.....	7
Tabela 2. Fitomassa em toneladas por hectare e percentuais do Estágio Inicial da Floresta Estacional Semidecidual da área do reservatório UHE Baixo Iguaçu.....	10
Tabela 3. Fitomassa em toneladas por hectare e percentuais do Estágio Médio da Floresta Estacional Semidecidual da área do reservatório UHE Baixo Iguaçu.....	12
Tabela 4. Fitomassa em toneladas por hectare e percentuais de reflorestamentos com <i>Eucalyptus</i> sp. da área do reservatório UHE Baixo Iguaçu.....	12
Tabela 5. Uso do Solo na área do reservatório (ADA) da UHE Baixo Iguaçu.....	13



## EQUIPE TÉCNICA

<b>Função</b>	<b>Nome e Profissão</b>	<b>Registro</b>
Coordenação Geral	Eng. Florestal Manoel José Domingues	CREA 10.378-D PR
Estimativa de Fitomassa	Eng. Florestal Daniel Zambiazzi Miller	CREA 155.061-D PR
	Eng. Florestal Marcelo Morgado	CREA 30.143-D PR
	Eng. Florestal Willian João Tessari	CREA 140.039-D PR
Mapeamento	Geog. Luiz Paulo Pinheiro Fernandes	CREA 141.306-D PR

# 1 INTRODUÇÃO

A decomposição da biomassa de árvores acima da superfície de água é a maior contribuinte para a emissão de gases de efeito estufa, durante a primeira década após a formação do reservatório, decaindo gradativamente conforme o estoque de biomassa se esgota (TREMBLAY *et al.*, 2005; FEARNSSIDE, 2005). Além disso, a quantificação da biomassa é importante para estudos de modelagem da qualidade da água após a formação dos reservatórios. Tais peculiaridades tornam importante o levantamento da biomassa florestal em empreendimentos hidrelétricos, fornecendo ferramenta fundamental para o manejo da área a ser inundada.

Segundo Sanquetta & Balbinot (2004) existem dois métodos para quantificação de biomassa, o método direto, o qual baseia-se na medição real da biomassa, que também é conhecido como “método destrutivo”, pois para realizar a determinação da biomassa são necessários o corte e a pesagem dos componentes da vegetação, considerando seus diferentes comportamentos em relação à biodegradação.

Já o segundo método é conhecido como “método de estimativa indireta” ou “método não destrutivo”. Neste método procura-se estabelecer uma relação entre dados dendrométricos, facilmente coletados em campo, tais como diâmetro e altura do fuste, diâmetro e altura de copa, além de quaisquer outras variáveis obtidas com as árvores em pé, com os pesos dos elementos componentes das árvores como tronco, galhos, folha e casca.

A relação entre os dados coletados em campo e os valores a serem estimados podem ser conseguidos através de modelos matemáticos. Para a aplicação desses modelos, os parâmetros básicos da comunidade vegetal devem ser previamente obtidos em campo pelo método destrutivo. Ao contrário do primeiro método, os trabalhos com modelos matemáticos podem ser aplicáveis a todas as comunidades do mesmo tipo, que se desenvolvem em condições ambientais similares.

Para o desenvolvimento de boas correlações entre dados dendrométricos e pesos, indivíduos de espécies representativas da comunidade, pertencentes a diferentes classes de diâmetro e altura, previamente analisados através de um levantamento fitossociológico, são cortados ao nível do solo, medidos e seus pesos determinados.



As relações entre tais parâmetros e os pesos derivados da campanha de campo são testadas através de equações de regressão simples, alométrica ou múltipla. Uma vez estabelecida a relação mais adequada, a equação ajustada é teoricamente utilizável para a previsão da biomassa de qualquer comunidade similar que se desenvolva em condições homólogas, através de medidas de parâmetros necessários (classes de diâmetro, altura e densidade por unidade de área), as quais fazem parte obrigatória de qualquer inventário florestal.

Desse modo o presente documento tem por objetivo determinar a fitomassa, pelo método indireto, na área do reservatório da UHE Baixo Iguaçu visando subsidiar os cálculos de modelagem matemática da qualidade das águas.

A base de dados utilizada foi fornecida pelo inventário florestal anteriormente realizado na área do futuro reservatório da UHE Baixo Iguaçu.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste documento é subsidiar os cálculos da modelagem matemática de qualidade das águas, através de estimativas de fitomassa do estrato arbóreo das fitofisionomias inventariadas na área do reservatório da UHE Baixo Iguaçu.

Além destes objetivos gerais, consideram-se como objetivos específicos os seguintes itens:

- Estimar, através da utilização dos dados biométricos do inventário florestal e equações alométricas existentes na bibliografia, o peso seco da biomassa arbórea e da serrapilheira, nas formações vegetais presentes na área do futuro reservatório da UHE Baixo Iguaçu;
- Fornecer as estimativas dos pesos de fitomassa percentuais, relativos aos diferentes componentes da fitomassa total; (tronco, galhos, folhas e serrapilheira);
- Espacializar, ao longo do reservatório, as estimativas de fitomassa conforme cada tipologia vegetal amostrada por ocasião do Inventário Florestal;

## 3 METODOLOGIA

Conforme Termo de referência encaminhado pelo Consórcio Baixo Iguaçu, foi utilizado o método indireto para estimar a fitomassa das formações vegetais arbóreas presentes nas áreas do futuro reservatório UHE Baixo Iguaçu.

### 3.1 Base de dados

A base de dados utilizada para estimar a fitomassa nas áreas do futuro reservatório UHE Baixo Iguaçu é proveniente dos dados biométricos (DAP – diâmetro a altura do peito e Htot – altura total) levantados por ocasião do Inventário Florestal na área de inundação da UHE Baixo Iguaçu, e do Inventário Florestal dos plantios de *Eucalyptus* na área de inundação da UHE Baixo Iguaçu, realizado em abril de 2015.

Foram utilizadas para estimativa de fitomassa 30 unidades amostrais em Floresta Estacional Semidecidual estágio Inicial; 56 em estágio Médio; e 19 em Reflorestamentos com *Eucalyptus* sp.

### 3.2 Determinação das equações alométricas

Nesta etapa do trabalho foram analisadas equações alométricas existentes na bibliografia que estimam a fitomassa utilizando dados biométricos mensurados nos inventários florestais. Para tal foram selecionadas equações distintas para os diferentes tipos florestais: floresta nativa e reflorestamentos com *Eucalyptus* sp.

Como as equações alométricas selecionadas resultam valores de biomassa seca, e os cálculos de modelagem matemática de qualidade das águas também utilizam valores de biomassa seca para estimar o carbono orgânico, não foram estimados os valores de biomassa verde.

#### 3.2.1 Florestas Nativas

Para florestas nativas foi selecionada equação resultante do trabalho de Koehler *et al.* (2002). Este trabalho foi realizado em área de Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, onde foram utilizados 120 indivíduos para o ajuste da equação, que resultou num coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9 e Erro Padrão (Syx) de 0,48. Além disso a amplitude da base de dados coletada pelos autores apresenta grande semelhança com a amplitude dos dados biométricos (DAP e Htot) do Inventário Florestal na área



de inundação da UHE Baixo Iguaçu, fato esse que torna a estimativa de fitomassa mais confiável.

Equação para estimativa de biomassa em pé de formações florestais (Koehler *et al.* 2002):

$$\text{Ln Pstot} = - 3,255172 + 0,93907 * \text{Ln}(\text{DAP}^2 * \text{Htot})$$

Onde:

Ln = Logaritmo neperiano;

Pstot = Peso seco total (kg);

DAP = Diâmetro a altura do peito (cm);

Htot = Altura total (m).

O somatório dos valores resultantes da equação selecionada representa o peso da **Matéria Orgânica Arbórea Total**, que é compartimentada em: Troncos, Galhos, Folhas e Casca.

Cada compartimento possui uma dinâmica singular de degradação e liberação de carbono, portanto, para a obtenção de valores de peso seco para cada compartimento, foram determinados valores percentuais utilizando-se dados da avaliação do potencial de fitomassa da UHE Lageado no rio Tocantins. Este levantamento foi realizado pelo método destrutivo, pela Juris Ambientis no ano de 1998.

Os valores de **Matéria Orgânica Morta** também foram estimados com base nas proporções provenientes da avaliação do potencial de fitomassa da UHE Lageado.

Já a **Matéria Orgânica Total** foi obtida através da soma Matéria Orgânica Arbórea Total e da Matéria Orgânica Morta.

### 3.2.2 Reflorestamentos com *Eucalyptus* sp.

Para subsidiar os cálculos de fitomassa para reflorestamentos com *Eucalyptus* sp. foi selecionado o trabalho de *da Silva* (1996). A justificativa da seleção deste trabalho foi a semelhança da idade dos povoamentos em ambos os projetos.

O trabalho selecionado foi realizado em plantios de *E. grandis* em talhões com 3, 5 e 7 anos de idade no município de Itatinga, SP. Foram ajustadas equações para estimar o peso da biomassa dos seguintes compartimentos: casca; alburno; cerne; tronco; galhos e folhas, para cada idade de plantio.

Como descrito no Inventário Florestal dos plantios de *Eucalyptus* na área de inundação da UHE Baixo Iguaçu, os plantios florestais apresentam grande heterogeneidade, “apesar de mesma espécie, são plantios multiâneos, espaçamentos diferentes, com tamanhos de talhões reduzidos ou descontínuos”. Desse modo foi selecionada para cada parcela a equação mais pertinente em relação a idade do plantio, conforme exposto na Tabela 1.

**Tabela 1. Equações utilizadas para estimativa de fitomassa nas áreas de Reflorestamentos com *Eucalyptus* sp.**

Amostra	Equação utilizada	Amostra	Equação utilizada
88	da Silva (1996) 5 anos	98	da Silva (1996) 5 anos
89	da Silva (1996) 7 anos	99	da Silva (1996) 5 anos
90	da Silva (1996) 5 anos	100	da Silva (1996) 5 anos
91	da Silva (1996) 5 anos	101	da Silva (1996) 5 anos
92	da Silva (1996) 5 anos	102	da Silva (1996) 7 anos
93	da Silva (1996) 5 anos	103	da Silva (1996) 7 anos
94	da Silva (1996) 5 anos	104	da Silva (1996) 7 anos
95	da Silva (1996) 5 anos	105	da Silva (1996) 7 anos
96	da Silva (1996) 5 anos	106	da Silva (1996) 5 anos
97	da Silva (1996) 5 anos		

Normalmente os estudos de modelagem de qualidade das águas utilizam os valores de fitomassa lábil isto é, de mais rápida degradação, descartando a fitomassa proveniente dos troncos da vegetação arbórea. Além disto é bastante plausível supor que a madeira dos reflorestamentos de eucaliptos seja retirada da área do reservatório antes de sua formação, devido ao seu valor comercial. Desse modo o cálculo da fitomassa aqui apresentado somente aborda os pesos dos compartimentos galhos e folhas para compor a **Matéria Orgânica Arbórea**.

Sendo assim, as equações utilizadas na estimativa de fitomassa das áreas de reflorestamentos com *Eucalyptus* sp. são as seguintes:

### Plantios com 5 anos de idade (da Silva, 1996)

#### Galhos

$$P_{sg} = 36,1799 * DAP^2$$

#### Folhas

$$P_{sf} = 39,1799 * DAP^2$$

### Plantios com 7 anos de idade (da Siva, 1996)

#### Galhos

$$P_{sg} = 28,4492 * DAP^2 - 107,2099 * H_{tot}$$

#### Folhas

$$P_{sf} = 35,0359 * DAP^2 - 134,8311 * H_{tot}$$

Onde:

$P_{sg}$  = Peso seco de galhos (g);

$P_{sf}$  = Peso seco de folhas (g);

DAP = Diâmetro a altura do peito (cm);

$H_{tot}$  = Altura total (m)

A maioria dos trabalhos analisados, relacionados a biomassa de reflorestamentos com *Eucalyptus* sp., aborda a biomassa aérea e seus componentes, não considerando o compartimento serrapilheira (REIS *et al.* 1985; de ASSIS *et al.* 1999; SCHUMACHER & CALDEIRA, 2001; FREITAS *et al.* 2004; SOUZA & FIORENTIN, 2013), visto que o escopo destes trabalhos é relacionado ou com a questão energética das florestas ou com as alternativas de manejo. Diante do número restrito de trabalhos que analisam a serrapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* sp. foi utilizada para a estimativa da fitomassa da serrapilheira nestes reflorestamentos a média dos valores de “manta orgânica” observada em povoamentos com diferentes espaçamentos, oriunda do trabalho de Leite *et al.* (1997) para definir o valor de **Matéria Orgânica Morta** do presente estudo.



Da mesma forma que para florestas nativas a **Matéria Orgânica Total** foi obtida através da soma da Matéria Orgânica Arbórea (galhos e folhas) e da Matéria Orgânica Morta (serrapilheira).

## 4 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados referentes a estimativa de fitomassa determinadas pelo método indireto para Floresta Estacional Semidecidual nos estágios inicial e médio de regeneração natural e para reflorestamentos com *Eucalyptus* sp., realizados para a área do futuro reservatório da UHE Baixo Iguaçu.

### 4.1 Floresta Estacional Semidecidual estágio Inicial

A matéria orgânica arbórea total para o estágio inicial da Floresta Estacional Semidecidual, estimada para UHE Baixo Iguaçu foi de 52,38 ton/ha. Este valor é bastante próximo dos encontrados pela Juris Ambientis em capoeiras da UHE Mauá (55,07 ton/ha), e por Teixeira & Oliveira (1999) em capoeira rala com 14 anos de idade (58,43 ton/ha) e um pouco superiores aos encontrados por Salomão *et al.* (1998) de 43,9 ton/ha para capoeiras com 10 anos de idade.

A bibliografia consultada também apresenta alguns valores superiores aos encontrados como as 80,5 ton/ha para capoeiras com 20 anos de idade (Salomão *et al.*, 1998) ou 69,4 ton/ha encontrados por Watzlawick *et al.* (2002) em estágio inicial de Floresta Ombrófila Mista Montana, no município de General Carneiro – PR.

O valor de matéria orgânica morta alcançou 2,45 ton/ha. A soma das matérias orgânicas arbórea e morta representa a matéria orgânica total, que alcançou 54,83 ton/ha para o estágio inicial da Floresta Estacional Semidecidual, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2. Fitomassa em toneladas por hectare e percentuais do Estágio Inicial da Floresta Estacional Semidecidual da área do reservatório UHE Baixo Iguaçu.**

Tipo de matéria orgânica		Estágio Inicial	
		Pstot (ton/ha)	%
MO Arbórea	Tronco	17,53	31,96%
	Galhos	28,23	51,49%
	Folhas	3,18	5,79%
	Casca	3,45	6,29%
	<b>Total</b>	<b>52,38</b>	<b>95,53%</b>
MO Morta		2,45	4,47%
<b>MO TOTAL</b>		<b>54,83</b>	<b>100,00%</b>

Considerando somente a matéria orgânica residual (galhos, folhas e serrapilheira) obtêm-se 37,3 ton/ha. Valor semelhante aos 36,4 encontrado pela Juris Ambientis no ano de 2005 na UHE Tijuco Alto, no rio Ribeira, entre os municípios de Adrianópolis – PR e Ribeira – SP em formações florestais em estágio inicial de regeneração.

#### **4.2 Floresta Estacional Semidecidual estágio Médio**

O valor do peso para o estágio médio da floresta estacional semidecidual na área do reservatório da UHE Baixo Iguaçu estimado, através do método indireto, foi de 97,87 ton/ha de matéria orgânica arbórea total.

Comparando este resultado a outros estudos, a matéria orgânica arbórea total mostrou-se um pouco inferior aos encontrados por outros trabalhos conforme a seguir:

- 126,59 ton/ha: Delitti & Meguro (1993) para Mata Mesófila no Vale do rio Paraná (126,59 ton/ha), obtidos nos trabalhos desenvolvidos para a UHE Porto Primavera;
- 117,58 ton/ha: Juris Ambientis em floresta alterada da UHE Mauá, nos municípios de Ortigueira e Telêmaco Borba – PR;
- 117,9 ton/ha: Moreira-Burger & Delitti (1999) para uma Floresta Ciliar do rio Mogi-Guaçu, no município de Itapira/SP (117,9 ton/ha); e
- 119 ton/ha: Scatena *et al.* (1993) em mata ciliar subtropical úmida em Porto Rico.

Os resultados de fitomassa encontrados para presente tipologia encontram-se bastante próximos dos estudos no Brasil citados acima e dentro dos intervalos citados por Dauber *et al.* (2000) em florestas tropicais na Bolívia, que variou de 97 a 171 ton/ha.

A estimativa de matéria orgânica morta totalizou 4,58 ton/ha e a matéria orgânica total atingiu 102,45 ton/ha (Tabela 3).

Considerando somente a matéria orgânica residual (galhos, folhas e serrapilheira) obtêm-se 69,7 ton/ha. Valor próximo aos 59,57 ton/ha encontrados pela Juris Ambientis no ano de 2005 na UHE Tijuco Alto, no rio Ribeira, entre os municípios de Adrianópolis – PR e Ribeira – SP, em formações florestais em estágio médio de regeneração.

**Tabela 3. Fitomassa em toneladas por hectare e percentuais do Estágio Médio da Floresta Estacional Semidecidual da área do reservatório UHE Baixo Iguaçu.**

Tipo de matéria orgânica		Estágio Médio	
		Pstot (ton/ha)	%
MO Arbórea	Tronco	32,74	31,96%
	Galhos	52,75	51,49%
	Folhas	5,93	5,79%
	Casca	6,44	6,29%
	<b>Total</b>	<b>97,87</b>	<b>95,53%</b>
MO Morta		4,58	4,47%
<b>MO TOTAL</b>		<b>102,45</b>	<b>100,00%</b>

#### 4.3 Reflorestamentos com *Eucalyptus* sp.

A fitomassa arbórea residual (galhos e folhas) para reflorestamentos com *Eucalyptus* sp. alcançou 20,24 ton/ha. Valor semelhante aos 18,57 encontrado por Schumacher & Caldeira (2001) em povoamentos de *Eucalyptus globulus* subsp. *Maidenii*, com quatro anos no município de Butiá, RS. Semelhante ainda aos 18,17 ton/ha em povoamentos de *E. grandis* com 3 anos de idade no município de Bom Despacho – MG.

Já a soma da matéria orgânica arbórea com a morta totaliza 26,25 ton/ha de matéria orgânica total (Tabela 4). Valor superior à média (15,17 ton/ha) do trabalho de Leite *et al.* (1997) em povoamentos de *E. grandis* com idades entre 31 e 39 meses no município de Santa Bárbara – MG.

**Tabela 4. Fitomassa em toneladas por hectare e percentuais de reflorestamentos com *Eucalyptus* sp. da área do reservatório UHE Baixo Iguaçu.**

Tipo de matéria orgânica		Reflorestamento <i>Eucalyptus</i> sp.	
		Pstot (ton/ha)	%
MO Arbórea	Galhos	9,52	36,3%
	Folhas	10,72	40,8%
	<b>Total</b>	<b>20,24</b>	<b>77,1%</b>
MO Morta		6,01	22,9%
<b>MO TOTAL</b>		<b>26,25</b>	<b>100,0%</b>

## 5 ESPACIALIZAÇÃO DA FITOMASSA ARBÓREA NA ÁREA DO FUTURO RESERVATÓRIO

Visando auxiliar os estudos de modelagem matemática de qualidade das águas é apresentado em anexo a este relatório um mapa de uso e ocupação do solo da área do futuro reservatório da UHE Baixo Iguaçu, realizado por ocasião do Inventário Florestal em 2015.

Com a distribuição das tipologias vegetais avaliadas (Floresta Estacional Semidecidual em estágios inicial e médio de regeneração e plantios de eucaliptos) é possível estimar a fitomassa lábil presente em cada compartimento a ser avaliado pelo modelo e, conseqüentemente o carbono disponível para as reações de biodegradação desta fitomassa.

A Tabela 5 apresenta as áreas de cada tipologia vegetal mapeada na área do futuro reservatório da UHE Baixo Iguaçu.

**Tabela 5. Uso do Solo na área do reservatório (ADA) da UHE Baixo Iguaçu.**

<b>Tipologia</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Agricultura	299,50	9,5%
Campo ou Pastagem	408,40	12,9%
Canteiro de Obras	9,43	0,3%
Corpo Hídrico	1.831,69	58,0%
Edificações	0,28	0,0%
Estradas e Acessos	15,17	0,5%
Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial	391,12	12,4%
Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Médio	141,33	4,5%
Pomar	0,17	0,0%
Reflorestamento	28,59	0,9%
Solo Exposto	34,77	1,1%
Outros Usos	0,27	0,0%
<b>Total</b>	<b>3.160,64</b>	<b>100,0%</b>



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Da SILVA, H. D. Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex-Maiden) em diferentes idades (tese). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1996.

DAUBER, E.; TERÁN, J.; GUZMÁN, R. Estimaciones de biomassa y carbono en bosques naturales de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra: Superintendencia Florestal, 2000. 32 p.

De ASSIS, R. L.; FERREIRA, M. M.; de MORAIS, E. J.; FERNANDES, L. A. Produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, 1999. p. 151-156.

De SOUZA, J. T.; FIORENTIN, L. D. Quantificação de biomassa e do carbono em povoamento de *Eucalyptus grandis* W. HILL ex Maiden, em Santa Maria, RS. *Unoesc & Ciência – ACET*, Joaçaba-SC, v. 4, n. 2, 2013. p. 253-262.

DELITTI, W.; MEGURO, M. Estimativa da Biomassa da Vegetação – Vale do Rio Paraná. UHE Porto Primavera, Consórcio THEMAG – ENGEA – UMAH, 1993.

FEARNSIDE, P.M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology*, v.19, n. 3, 2005.p. 680-688.

FREITAS, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P. Biomassa e conteúdo de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização, no município de Alegrete-RS. *Biomassa e Energia*, v. 1, n. 1, 2004. p. 93-104.

KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In:SANQUETTA,C.R.;WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. As florestas e o carbono. Curitiba, 2002. p.251-264.

LEITE, F. P.; de BARROS, N. F.; de NOVAIS, R. F.; SANS, L. M. A.; FABRES, A. S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. *Revista *Árvore**, Viçosa-MG, v. 21, n. 3, 1997. p. 313-321.

MOREIRA-BURGER, D.; DELITTI, W. Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira – SP. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 22, n. 3, 1999. p. 429-435.

REIS, M. das G. F.; KIMMINS, J. P.; de REZENDE, G. C.; da BARROS, N. F. Acúmulo de biomassa em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 9, n. 2, 1985. p. 149 – 162.

SALOMÃO, R.P., NEPSTAD, D.C.; VIEIRA, I.C. Biomassa e estoque de carbono de florestas tropicais primárias e secundárias. In: Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo (C. Gascon & P. Moutinho, orgs.). Inpa, Manaus, 1998. p.99-119.

SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: FIXAÇÃO DE CARBONO: ATUALIDADES, PROJETOS E PESQUISAS (Sanquetta *et al.* editores). Curitiba, 2004. p.77-92.

SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa de biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. Ciência Florestal, Santa Maria-RS, v. 11, n. 1, 2001. p. 45-53.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. de. Biomassa vegetal e carbono orgânico em capoeiras e agroecossistemas no nordeste do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 21 p.

TREMBLAY, A. (ED.). Greenhouse gas emissions-- fluxes and processes: hydroelectric reservoirs and natural environments. Berlin ; New York: Springer, 2005. 731p.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R; SCHUMACHER, M. V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. As florestas e o carbono. Curitiba, 2002. p.153-173.



## ANEXO