

ALINE BOINA

**QUANTIFICAÇÃO DE ESTOQUES DE BIOMASSA E DE CARBONO
EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, VALE DO RIO
DOCE, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
ABRIL 2008

ALINE BOINA

**QUANTIFICAÇÃO DE ESTOQUES DE BIOMASSA E DE CARBONO
EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, VALE DO RIO
DOCE, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de abril de 2008.

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares
(Co-Orientador)

Prof. Benedito Rocha Vital
(Co-Orientador)

Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine

Prof. Danilo José da Silva Coelho

Prof. Agostinho Lopes de Souza
(Orientador)

A Deus.
À minha família.
Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e discernimento concedidos.

Ao orientador, professor Agostinho Lopes de Souza, pela amizade, pelas sábias orientações e pelo exemplo de profissionalismo e honestidade.

Aos professores Benedito Rocha Vital e Carlos Pedro Boechat Soares, pela dedicação e orientações.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela oportunidade e pelo apoio financeiro para a realização do Curso.

À empresa Celulose Nipo-Brasileira – CENIBRA, pelo apoio e pela concessão de dados e informações essenciais para a realização deste trabalho.

Aos meus amados pais Élcio e Domingas, aos irmãos Bruno e Júnior e ao meu amor Fabrício, pela paciência, pelo incentivo e amor dispensados.

Ao Ricardo, pelo apoio e pela dedicação com que desenvolveu atividades essenciais para a conclusão deste projeto.

Às amigas de república, Júlia, Gláucia, Lívia e Raquel que foram minha família durante este tempo. À grande amiga Carol, por todo apoio e força nos momentos difíceis e pela alegria em compartilhar as vitórias.

A todos os amigos que, de alguma forma, contribuíram nesta jornada.

BIOGRAFIA

ALINE BOINA, filha de Elcio José Boina e de Domingas Maria Grippa Boina, nasceu em 17 de fevereiro de 1983, em Linhares, Estado do Espírito Santo.

Em 2001, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em 2006.

Em 2006, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, defendendo a dissertação em abril de 2008.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Efeito estufa.....	3
2.2. O ciclo do carbono.....	6
2.3. Importância das florestas como sumidouro.....	9
2.4. Protocolo de Quioto.....	11
2.5. Mecanismo de desenvolvimento limpo.....	14
2.6. Projetos MDL no Brasil.....	16
2.7. Estoque de carbono nos diferentes compartimentos da floresta.....	17
2.7.1. Carbono da parte aérea.....	17
2.7.2. Carbono nas raízes.....	19
2.7.3. Carbono no solo.....	19
2.8. Taxas de fixação de carbono na vegetação.....	20
2.9. Manejo florestal e fixação de CO ₂	21
2.10. Estoque de carbono nos diferentes níveis de sucessão florestal.....	22
2.11. Metodologias de quantificação de carbono nas florestas.....	24
2.12. Emissões e remoções de dióxido de carbono por florestas no Brasil.....	25
2.12.1. Florestas naturais.....	25
2.12.2. Florestas plantadas.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1. Caracterização da área de estudo.....	32
3.1.1. Caracterização geral da região.....	32
3.1.2. Caracterização dos fragmentos florestais estudados.....	33
3.1.3. Descrição do inventário florestal.....	34
3.2. Considerações gerais.....	36
3.3. Seleção de espécies e indivíduos amostrados.....	36

3.4. Coleta das amostras	37
3.4.1. Amostras de madeira	37
3.4.2. Amostras de casca.....	37
3.5. Tratamento das amostras	38
3.6. Determinação das densidades e umidade.....	39
3.6.1. Identificação das amostras no laboratório	39
3.6.2. Densidade básica.....	40
3.6.3. Densidade aparente ou massa específica	40
3.6.4. Teor de umidade das amostras secas ao ar	41
3.6.5. Volume e massa das amostras	41
3.7. Estimação do volume das árvores individuais.....	42
3.7.1. Volume total com casca (VTCC).....	42
3.7.2. Volume do fuste com casca (VFCC)	43
3.7.3. Volume do fuste sem casca (VFSC).....	43
3.7.4. Volume de casca do fuste (VFcasca).....	44
3.7.5. Volume de galho com casca (VGcc)	44
3.7.6. Volume de casca dos galhos (VGcasca).....	44
3.7.7. Volume de galho sem casca (VGSC)	45
3.8. Volume por hectare e por espécie.....	46
3.9. Índice de valor de importância volumétrica	46
3.10. Determinação de biomassa	47
3.10.1. Biomassa das espécies coletadas	47
3.10.2. Biomassa das espécies não-coletadas	47
4.11. Estoque de carbono (C).....	48
3.12. Conversão de carbono em dióxido de carbono (CO ₂)	48
3.13. Biomassa das folhas.....	49
3.14. Biomassa da parte aérea.....	49
3.15. Biomassa de árvores jovens e regeneração, cipós e palmeiras	50
3.16. Biomassa acima do solo.....	50
3.17. Biomassa de raízes.....	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1. Caracterização fitossociológica das Matas 1 e 2	52
4.2. Densidades e umidade de madeira e de casca das espécies amostradas	57
4.3. Estoques na Mata 1	61
4.4. Estoques na Mata 2	63
4.5. Distribuição da biomassa	68
4.5.1. Madeira e casca do tronco e galhos	68
4.6. Distribuição de carbono acima do solo e na raiz	70
5. CONCLUSÃO	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
8. ANEXOS	82

RESUMO

BOINA, Aline, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2008. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em Floresta Estacional Semidecidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** Orientador: Agostinho Lopes de Souza. Co-orientadores: Benedito Rocha Vital e Carlos Pedro Boechat Soares.

Este estudo foi desenvolvido no município de Ipaba em área de proteção ambiental da empresa CENIBRA, situada na região do alto e médio rio Doce, às margens da Lagoa Silvana, pertencente ao sistema lacustre do médio rio Doce, no Estado de Minas Gerais. Teve como objetivo quantificar estoques de biomassa e de carbono, além de determinar a densidade de madeira e de casca para as espécies com maior representatividade no quesito volume total com casca. As análises foram baseadas nos inventários florestais contínuos, realizados nos anos de 2002 e 2007 e em determinações de densidades obtidas por amostragem de indivíduos selecionados. A área de estudo foi dividida em dois setores: Mata 1 e Mata 2. Os resultados referentes ao ano de 2007 obtidos para Mata 1 foram: estoque de biomassa igual a $73,39 \text{ t ha}^{-1}$ e estoque de carbono de $36,70 \text{ t ha}^{-1}$. A *Xylopia sericea* foi a espécie que mais contribuiu para os acréscimos destes estoques entre os anos de 2002 e 2007. A Mata 2 apresentou valores de biomassa de $152,35 \text{ t ha}^{-1}$ e o estoque de carbono de $76,17 \text{ t ha}^{-1}$, sendo *Pseudopiptadenia contorta* a espécie que mais contribuiu para o aumento destes estoques entre os anos de 2002 e 2007.

ABSTRACT

BOINA, Aline, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April 2008. **Quantification of biomass and carbon stocks in a semideciduous seasonal forest, Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** Adviser: Agostinho Lopes de Souza. Co-Advisers: Benedito Rocha Vital and Carlos Pedro Boechat Soares.

This study was developed in the municipality of Ipaba in an area environmental protection of the CENIBRA enterprise, located in the region of the high and medium Rio Doce, at the borders of the Lagoa Silvana that belongs to the system of lakes of the medium Rio Doce, in the State of Minas Gerais, Brazil. The objective of this work was to quantify the stocks of biomass and carbon and also to determine the wood and bark densities of the species with greater representativity in the parameter total volume outside bark. The analyses were based on the continuous forest inventories, carried out during the years 2002 and 2007 and in density determinations obtained by the sampling of selected individuals. The area of study was divided into two sections: Forest 1 and Forest 2. The results of year 2007 for Forest 1 were: biomass stock equal to 73.39 ton ha⁻¹ and carbon stock of 36-70 ton ha⁻¹. The best contribution for the increase of these stocks between years 2002 and 2007 was of the species *Xylopia sericea*. Forest 2 showed values for biomass stock of 152.35 ton ha⁻¹ and carbon stock of 76.17 ton ha⁻¹, and the species *Pseudopiptadenia contorta* showed the best contribution for the increase of these stocks between years 2002 and 2007.

1. INTRODUÇÃO

Seqüestro florestal de carbono refere-se ao processo de as plantas absorverem dióxido de carbono (CO_2) do ar e fixá-lo em forma de matéria lenhosa. Este mecanismo de sequestrar e fixar o carbono foi lançado na Convenção do Clima da ONU como instrumento de flexibilização dos compromissos de redução das emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) dos países com metas de redução (IPCC, 2000).

Trata-se, portanto, de uma das modalidades dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto para compensar as emissões no intuito mitigar as mudanças climáticas.

Do ponto de vista do seqüestro de carbono, as florestas têm um papel fundamental, pois estocam nas suas árvores e no solo, mais carbono do que o existente atualmente na atmosfera (IPCC, 2000).

Tendo em vista esse foco, o Brasil poderá assumir uma posição privilegiada em relação aos países que buscam reverter o processo de mudança climática global, tanto do ponto de vista de reduções de emissões evitando queimadas, quanto do seqüestro de carbono pelos florestamento e reflorestamento, uma vez que poucos países possuem condições climáticas e tecnológicas apropriadas à produção florestal como o Brasil (ROCHA, 2002, *apud* PAIXÃO, 2006).

Para melhor entender o seqüestro e o armazenamento do carbono da atmosfera nas florestas, é preciso estudar os estoques em seus diversos compartimentos, que servem de reservatórios, bem como o fluxo do carbono no ecossistema florestal.

Diante dessa constatação, inventários devem ser realizados para conhecer o potencial de armazenamento e a dinâmica do carbono nas florestas e nos solos florestais, principalmente das áreas de proteção ambiental inseridas nas propriedades rurais e nos projetos de base florestal e agropecuário.

Com os conhecimentos adquiridos com estes inventários, ou seja, da potencialidade de as florestas sequestrarem carbono atmosférico, estratégias de manejo podem ser definidas para esta finalidade, bem como políticas podem ser implementadas objetivando a remuneração dos proprietários rurais em virtude da manutenção de reservas florestais em suas propriedades.

1.1. Objetivos

Diante do exposto anteriormente, este trabalho teve como objetivos:

- determinar densidades básicas, densidades aparentes e teor de umidade de madeira e de casca das espécies coletadas;
- classificar as espécies coletadas por classes de similaridade de densidades básicas;
- comparar densidades básicas de madeira e de casca quanto à sua igualdade estatística;
- quantificar os estoques de volume, de biomassa e de carbono da área de estudo;
- avaliar as diferenças estatísticas no cálculo da biomassa utilizando densidades básicas distintas de madeira e de casca e biomassa calculada apenas com densidade básica de madeira;
- comparar estatisticamente biomassas calculadas utilizando densidades básicas diferenciadas de madeira e de casca e biomassa calculada utilizando-se a média da densidade básica da madeira; e
- classificar as espécies que mais contribuíram para o incremento de volume e biomassa na área de estudo entre os anos 2002 e 2007.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno físico que acontece naturalmente. A atmosfera é composta principalmente de oxigênio (21%) e nitrogênio (78%), sendo os principais gases do efeito estufa (GEE) o vapor d'água, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O).

Os GEEs, que se concentram naturalmente na atmosfera, representam menos de um milésimo da atmosfera total. Sem esses gases, que atuam como um cobertor natural ao redor da terra, a radiação infravermelha térmica solar absorvida pela Terra se dissiparia no espaço, e a temperatura média da superfície do planeta Terra seria 33 °C menor do que é hoje (SANQUETA, 2004).

Dos raios do sol que chegam a Terra, 30% são refletidos de volta para o espaço, sem que atinjam a superfície. Os 70% restantes são responsáveis pelo clima e pelas demais condições físicas da Terra. Parte da radiação solar que chega à superfície da Terra é reemitida para o espaço por meio de ondas longas, enquanto as ondas curtas são refletidas pela camada de gases de efeito estufa de volta à superfície (GOLDEMBERG, 1989).

O sol emite raios de onda luz visível, infravermelhas e ultravioletas. De acordo com a United Nations on Environment Programme (UNEP, 2001), a superfície da Terra irradia para o espaço uma média de 390 W/m² na forma de radiação infravermelha.

Destes 390 W/m^2 , 240 W/m^2 passam pela atmosfera, enquanto 150 W/m^2 são absorvidos e reemitidos de volta para a superfície pelos gases de efeito estufa.

O dióxido de carbono (CO_2), o principal gás causador do efeito estufa, circula entre os quatro principais estoques de carbono: a atmosfera, os oceanos, os depósitos de combustível fóssil e a biomassa terrestre e solo (Figura 1). No balanço global de carbono na atmosfera do planeta Terra, dos $6,3 \cdot 10^9 \text{ tC ano}^{-1}$ emitidos no período de 1989 a 1998, $3,3 \cdot 10^9 \text{ tC ano}^{-1}$ permaneceram na atmosfera, provocando aumento do efeito estufa. O restante foi reabsorvido pelos oceanos e pela biota terrestre, aproximadamente em partes iguais (IPCC, 2000).

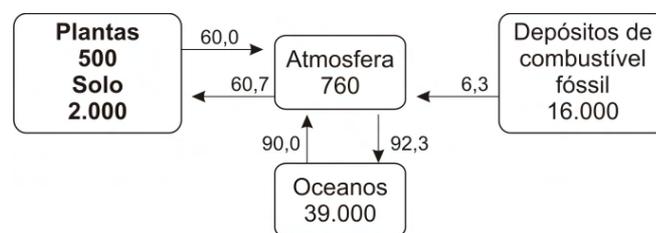


Figura 1 – Estoque e fluxo do carbono (IPCC, 2000).

Cada vez mais, a pesquisa científica vem comprovando que grande parte do aquecimento tem origem antropogênica e que, portanto, a própria ação humana poderia e deveria intervir para seu resfriamento. Meira Filho (2001), *apud* Sanqueta (2004), apresentou no I Seminário do Fórum Brasileiro de Mudança Climática, em São Paulo, resultados de pesquisa na qual foi possível isolar os efeitos das causas naturais e antrópicas no aquecimento global, pelo rastreamento da composição isotópica dos carbonos de diferentes origens, confirmando que o aumento de temperatura nos últimos 100 anos deve-se, em grande parte, à queima de combustíveis fósseis.

O desmatamento de florestas tropicais também é de relevante importância para o aumento das emissões de gases do efeito estufa (GEE). O Brasil ocupa o 21^o lugar na lista dos países mais poluidores, considerando apenas as emissões devidas à queima de combustíveis fósseis, porém, se forem incluídas as queimadas de florestas naturais e o desmatamento, ele ficará entre os seis países que mais contribuem para o aquecimento global (MOUTINHO e BUENO, 2002).

Estima-se que existam entre 10.000 e 25.000 toneladas de carbono para cada quilômetro quadrado de floresta tropical, ou seja, entre 100 t ha^{-1} e 250 t ha^{-1} , e, com as queimadas, cerca de $2/3$ deste carbono seria transformado em CO_2 (REZENDE et al., 2001).

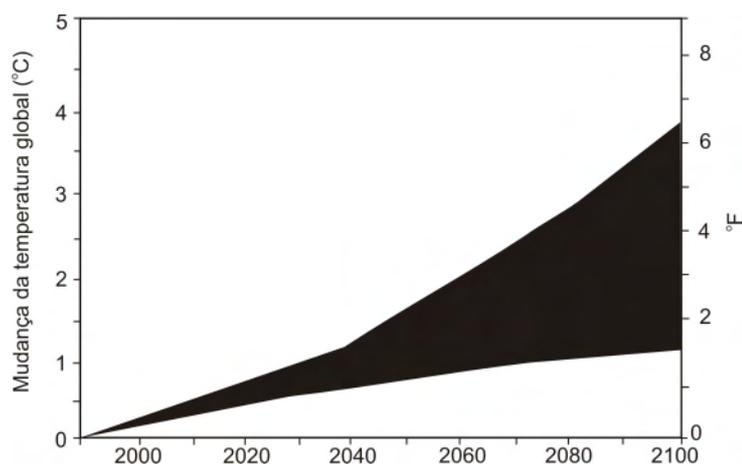
O terceiro relatório do IPCC (2000) afirma que o dióxido de carbono emitido devido à queima de combustíveis fósseis deve ser o gás de efeito estufa dominante nas tendências de aumento de concentração durante o século XXI. Esta afirmação está apoiada no fato de o CO₂ representar, em quantidade, mais da metade dos GEEs existentes na atmosfera. Por volta de 2100, as concentrações atmosféricas de CO₂ projetadas para o ciclo do carbono devem estar entre 540 e 970 ppm, de acordo com os cenários da SRES (2007). Esta concentração de CO₂ prevista indica um aumento de 90 a 250% acima dos 280 ppm do ano de 1850.

A velocidade de emissão destes gases tem preocupado especialistas do meio ambiente. Segundo o IPCC (2000), a modificação do uso da terra poderia influenciar a concentração de CO₂. Ainda de acordo com a mesma fonte, hipoteticamente, se todo o carbono lançado na história, pelas mudanças de uso da terra, fosse restaurado à biosfera terrestre no século XX, na forma de reflorestamento, a concentração de CO₂ seria reduzida entre 40 e 70 ppm.

Alguns dos principais efeitos adversos do aquecimento global sinalizados e já percebidos nos dias atuais são: aumento do nível do mar; alteração no suprimento de água doce; maior número de ciclones; tempestades de chuva e neve fortes e mais freqüentes; e forte e rápido ressecamento do solo.

Dados obtidos em amostras de árvores, corais, glaciares e outros métodos indiretos sugerem que as atuais temperaturas da superfície da Terra estão mais quentes do que em qualquer época dos últimos 600 anos. A partir dos dados disponíveis até 1990 e da tendência de emissões nos níveis atuais, sem a implementação de políticas específicas para redução de emissões, a projeção do IPCC é que o aumento da temperatura média na superfície terrestre fique entre 1 e 3,5 °C no decorrer dos próximos 100 anos, enquanto o aumento observado no século XIX foi de 0,3 e 0,6 °C (Figura 2).

Segundo o MCT (2007), os impactos do aumento da temperatura poderão ser parcialmente irreversíveis. Os países insulares e as cidades situadas em zonas costeiras são as mais vulneráveis à mudança do clima, com possibilidades de inundação no médio e longo prazos. É esperado que o nível do mar aumente de 15 a 95 cm até o ano 2100, devido ao degelo das calotas polares e glaciais e à expansão do volume de água. Outras conseqüências significativas podem ocorrer em muitos sistemas ecológicos e sobre a socioeconomia, afetando o fornecimento de alimentos e os recursos hídricos, bem como a saúde humana.



Fonte: UNEP (2007) e WMO (2001).

Figura 2 – Estimativa do aumento da temperatura do Globo Terrestre entre 1999 e 2100.

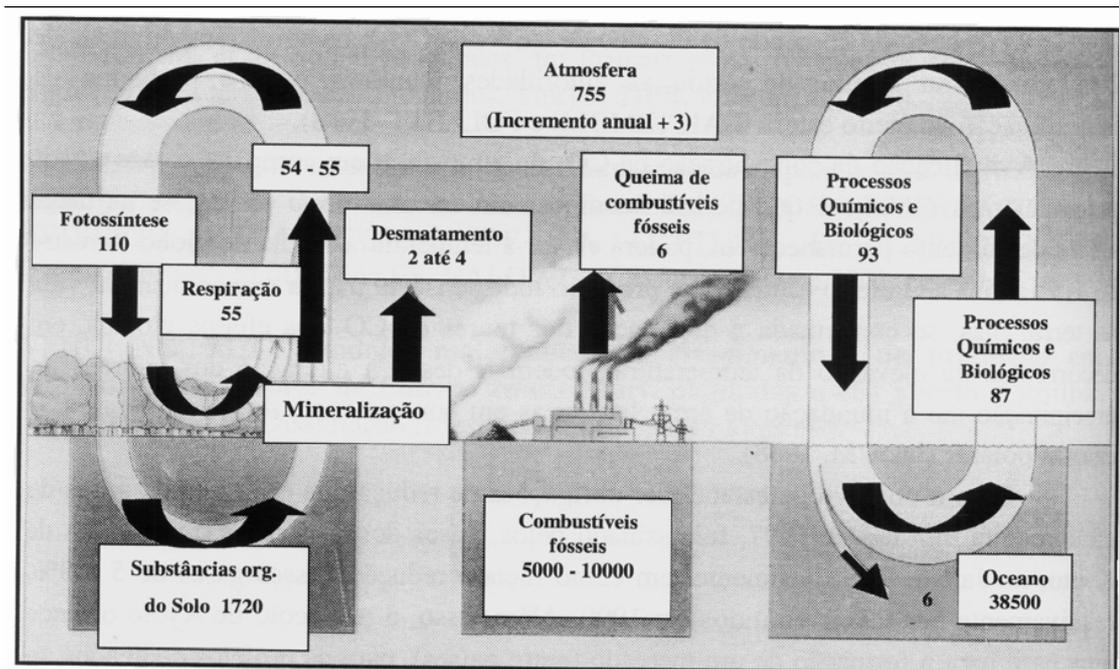
Apesar dos efeitos negativos, o aumento da concentração do CO₂ mostra um ponto que pode ser considerado positivo: o aumento da precipitação e da temperatura aumentará também a produção primária líquida dos ecossistemas e colheitas em zonas em que o crescimento da vegetação esteja limitado por um ou mais fatores. Além disso, há demonstrações de que um aumento na concentração de CO₂ na atmosfera produz um efeito fertilizante sobre as árvores e na vegetação em geral, já que a concentração atual está longe do ótimo para as plantas (REAMS e NOEJD, 1996). Por exemplo, Bolin (1989) estima que se não ocorresse mudança climática e se a concentração de CO₂ fosse duplicada, ocorreria um aumento entre 0 a 15% no crescimento e rendimento das colheitas de várias culturas como cana-de-açúcar, milho, sorgo, trigo, soja e arroz. No entanto, o autor destaca que, nas análises de impacto, com um aumento de 2 °C na temperatura, sem que houvesse mudança na precipitação, tecnologia e variedade de cultivo, as colheitas da região Norte dos continentes americano e europeu poderiam diminuir de 3 a 17%.

2.2. O ciclo do carbono

Os quatro principais compartimentos de carbono na Terra são os oceanos, a atmosfera, as formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e os ecossistemas terrestres compostos pela biota e pelo solo.

Constata-se que o maior compartimento de carbono na Terra é o oceano (38.000 Gt), seguido do compartimento das formações geológicas (5.000 Gt). O carbono das formações geológicas consiste de 4.1000 Gt presentes no carvão, 500 Gt no petróleo e 500 Gt no gás natural (MACHADO, 2005).

Segundo BERNER e LASAGA (1989), HEINRICH e HERGT (1990) e PACHECO e HELENE (1990), o total de carbono na Terra encontra-se em torno de 26 quatrilhões de toneladas, estando 99,95% deste carbono estocado em compostos inorgânicos e 0,05% em compostos orgânicos. Os compostos inorgânicos são encontrados nas camadas geológicas e sedimentos oceânicos, na forma de carbonatos e bicarbonatos, já os compostos orgânicos são encontrados na biomassa marinha, terrestre, detritos orgânicos e no solo, como, também, nos sedimentos e detritos orgânicos dos oceanos. Dos compostos orgânicos, estima-se que 2/3 se encontram em forma fóssil (turfa, petróleo e gás) e 1/3 na matéria orgânica do solo, na água e na biomassa viva.



Fonte: Schumacher *et al.* (2002).

Figura 3 – Balanço e ciclo do carbono na atmosfera, solo e água (valores em Gt)

A Figura 3 mostra que são liberados 6 Gt de carbono provenientes da queima de combustíveis fósseis e entre 2 a 4 Gt do desmatamento. Deste montante, 6 Gt são

teoricamente fixados pelo ciclo do carbono nos oceanos, e 3 Gt de carbono permanecem na atmosfera influenciando no aumento do efeito estufa (SCHUMACHER *et al.*, 2002).

Do excedente de carbono lançado na atmosfera são os oceanos os depositários preferenciais, porém, esta transferência não ocorre na mesma velocidade em que as emissões antropogênicas são lançadas para a atmosfera. Este descompasso provocou, desde o início da revolução industrial (1850) até os anos 90, um incremento na concentração de 290 ppm para 345 ppm, correspondendo a um acréscimo de 115 Gt de carbono no ar (AB'SABER *et al.*, 1990).

Segundo Baird (1990), as camadas superficiais dos oceanos absorvem cerca de 92 Gt, mas liberam 90 Gt, tendo uma absorção de 2,0 Gt, e destas apenas 1,6 Gt são removidas das camadas superficiais para as camadas intermediárias e profundas, e apenas 0,2 Gt se depositam nos sedimentos mais profundos.

Além da interação entre a atmosfera e os oceanos, ocorre a interação desses reservatórios com a biosfera terrestre, podendo ocorrer trocas de carbono entre si e, conseqüentemente, alterar o ciclo biogeoquímico deste elemento (PACHECO e HELENE, 1990). A alteração também ocorre pelo uso antropogênico dos recursos inorgânicos e orgânicos disponíveis nesses reservatórios. Dessa forma, a vegetação estaria funcionando como um elo entre o carbono presente na atmosfera, na forma de CO₂, seqüestrando-o e fixando-o na biomassa viva e, posteriormente, incorporando-o ao solo, sob a forma de matéria orgânica.

As florestas são importantes para o equilíbrio do estoque de carbono global, pois armazenam em suas árvores e no solo mais carbono do que o existente atualmente na atmosfera. Se as florestas forem cortadas, a maior parte do carbono guardado nas árvores será liberada para a atmosfera rapidamente por meio de queimadas ou, mais lentamente, via decomposição (HOUGHTON, 1994).

Segundo Martinelli (1996), a forma pela qual as florestas estão intimamente ligadas ao ciclo global do carbono pode ser vista pela equação abaixo:

$$\Delta\text{CO}_2 = \text{CF} + \text{UT} + \text{OC} \pm \text{FO}$$

em que, ΔCO_2 é a variação na concentração de CO₂ na atmosfera; CF é a quantidade de CO₂ lançado na atmosfera devido à queima de combustível fóssil; UT é a quantidade de CO₂ lançada na atmosfera devido às mudanças no uso da terra; OC é a quantidade de CO₂ fixado pelo oceano; e FO é o balanço entre fotossíntese e respiração.

Em caso positivo, a respiração será maior que a fotossíntese e o CO₂ estaria sendo lançado na atmosfera. Por outro lado, em casos de fotossíntese maior que a respiração, o CO₂ estaria sendo retirado da atmosfera.

Portanto, a equação mostra o papel relevante que a vegetação tem no ciclo global do carbono, sendo as florestas de extrema importância dentro deste item denominado vegetação.

Atualmente, estima-se que as atividades humanas ligadas ao consumo de combustíveis fósseis, desmatamento, queima de florestas e também às mudanças no uso do solo sejam as responsáveis pela emissão de cerca de 7,0 Gt/ano de CO₂ para a atmosfera, sendo que 3,2 Gt permanecem na atmosfera, 2,0 são absorvidos pelos oceanos, restando, ainda, 1,8 Gt como reservatório não identificado, por isso denominado carbono não balanceado (LAL *et al.*, 1995; SILVA e MACHADO, 2000).

Assim, a importância do ciclo do carbono na natureza pode ser mais bem evidenciada pela estimativa de que todo o CO₂ no ar, caso não houvesse reposição, seria completamente exaurido em menos de 20 anos, tendo em vista a fotossíntese atual. A fixação total de carbono por ano, nos oceanos, ascende à cifra aproximada de $1,2 \times 10^{10}$ toneladas, enquanto o teor fixado em terra (vegetais e solo) é da ordem de $1,6 \times 10^{10}$ toneladas (LAL *et al.*, 1995; SILVA e MACHADO, 2000).

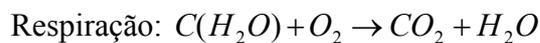
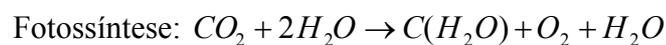
2.3. Importância das florestas como sumidouro

O dióxido de carbono (CO₂) ou gás carbônico do ar, presente na concentração de 0,03%, é a única fonte de carbono para as plantas, capturado e incorporado por elas em seus tecidos. A transferência para as plantas é dada por difusão do meio em que está mais concentrado (ar) para o menos concentrado (líquido intracelular) onde se dissolve e fica à disposição do material celular. A matéria seca vegetal contém bastante carbono fixado na constituição do esqueleto de todas as substâncias orgânicas das células (GOUDRIAAN, 1992).

Segundo Hoen e Solberg (1994), a produção florestal influencia o fluxo de carbono, em forma de CO₂, provindo da atmosfera por dois processos: fixação (assimilação) e emissão. A fixação representa o incremento de biomassa em árvores vivas mediante a fotossíntese. A emissão representa a decomposição da biomassa decorrente da morte natural dos indivíduos ou da exploração relacionada aos usos dados pelo homem.

A fotossíntese é um processo químico em que o vegetal (clorofila) usa moléculas de água (H₂O) e de gás carbônico (CO₂), tendo a luz solar como fonte de energia, obtém os produtos primários que são moléculas de glicídios, principalmente sacarose, que, posteriormente, podem ser convertidas nos diversos tipos de substâncias de que a planta necessita (AMABIS e MARTHO, 2004).

O vegetal consome parte dos produtos da fotossíntese para o funcionamento de suas células, mediante a respiração celular, processo em que moléculas orgânicas e de O₂ se combinam resultando em CO₂, H₂O e energia. Dessa forma, as equações gerais da respiração e fotossíntese são inversas (AMABIS e MARTHO, 2004).



Por meio da fotossíntese, as plantas capturam CO₂ da atmosfera, fixam o carbono na biomassa e liberam oxigênio (O₂) para o ambiente (ORTIZ, 1997). A síntese da matéria orgânica (MO) ocorre por meio da fotossíntese realizada pelas plantas verdes e é denominada de produção bruta (Pb). As plantas consomem uma parte dos fotossintetizados na respiração (r), e o restante é incorporado à planta e chamado de produção líquida (Pn) (SATO e MADGWICK, 1982), tendo a seguinte expressão:

$$Pn = Pb - r$$

Existem vários métodos para estimar a quantidade de CO₂ fixado pela vegetação, no entanto, em numerosos estudos, Brown *et al.* (1986), Hoen e Solberg (1994), Ortiz (1997) e Ramírez *et al.* (1997) empregaram um único método para avaliar este processo, no qual os dados existentes de biomassa por hectare (B) são multiplicados por um fator (F) que envolve o conteúdo de carbono (CC, em proporção) da biomassa seca e a relação entre o peso molecular de CO₂ (44) e o peso atômico do C (12), como se demonstra abaixo:

$$CO_2 = B * F$$

em que $F = CC * 44/12$.

Segundo Barres (1993), *apud* Ramírez *et al.* (1997), o CC da madeira das coníferas arbóreas está entre 50 e 53%, enquanto nas espécies folhosas varia entre 47 e 50%. Em seu estudo sobre valoração das plantas florestais na Costa Rica, Ramírez *et al.* (1997) assumiram um CC médio de 50% para as cinco principais espécies plantadas neste país, entre as quais se encontram a *Gmelina arbórea*, *Tectona grandis* e *Eucalyptus deglupta*. Ortiz (1997) utilizou um CC de 45% para seu trabalho em bosques secundários da Costa Rica. Em seu estudo sobre as implicações das plantações tropicais como sumidouros de carbono, Brown *et al.* (1986) assumiram que se o 1 g de biomassa = 0,5 g de carbono é o mesmo que dizer que a CC é de 50%. Goudriaan (1992) fundamenta que o CC na matéria vegetal seca varia entre 45 e 50%, dependendo da espécie, e afirma que esta variação é muito menor que a dos outros elementos minerais como N, P e K, cujos níveis podem variar conforme a espécie e a fertilidade do solo.

As florestas desempenham papel primordial no ciclo do carbono (C). Armazenam grandes quantidades de carbono na vegetação e no solo, trocando C com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração. São fontes de C atmosférico quando são perturbadas por causas antrópicas ou naturais e se convertem em sumidouros durante a recuperação de áreas degradadas. Enfim, podem ser manejadas para tomar seu papel no ciclo global do carbono (BROWN, 1997).

As perturbações naturais e antrópicas motivam, com frequência, as florestas a se converter em fontes de emissões de CO₂, devido ao fato de a taxa de produção primária líquida (Pn) ser superada pela respiração total e pela decomposição da matéria orgânica do solo (Pn < 0). No entanto, ao mesmo tempo, outras áreas improdutivas e degradadas, como terrenos agrícolas e pastagens são abandonados e se regeneram de forma natural ou se transformam em plantações, transformando-se em sumidouros de CO₂. È o mesmo que dizer que a taxa de respiração das plantas e a decomposição da matéria orgânica do solo são superada pela produção primária líquida (Pn > 0) (KYRKLUND, 1990; BROWN, 1997).

2.4. Protocolo de Quioto

Em junho de 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro, foi negociada e assinada por 175 países mais a União Européia a Convenção

das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, desde então denominada Convenção (PROCLIMA, 2008).

Reconhecendo a mudança do clima como uma preocupação comum da humanidade, os governos que a assinaram, tornaram-se Partes da Convenção, propondo-se a elaborar uma estratégia global para proteger o sistema climático para as gerações presentes e futuras.

As atribuições da Convenção se baseiam em criar instrumentos e mecanismos, em promover a gestão sustentável e demais condições que possibilitem alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que não interfira perigosamente no sistema climático (MCT, 2007).

A Convenção estabelece como princípio a necessidade do compartilhamento do ônus na luta contra a mudança do clima. Aos países desenvolvidos relacionados no Anexo I da Convenção coube assumir um certo número de compromissos exclusivos em função de responsabilidades históricas (PROCLIMA 2008).

A Convenção estabeleceu a necessidade de definição de mecanismo para provisão de recursos financeiros a título de doação ou em base concessional, inclusive para transferência de tecnologia sob a orientação e coordenação da Conferência das Partes, cujo funcionamento deverá ser confiado a uma ou mais entidades internacionais (MCT, 2008).

A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção e tem a responsabilidade de manter regularmente sob exame a implementação da Convenção, assim como quaisquer instrumentos jurídicos que a Conferência das Partes vier a adotar, além de tomar as decisões necessárias para promover a efetiva implementação da Convenção. De 1995 a 2006, ocorreram doze COPs: COP 1, em Berlim (1995); COP 2, em Genebra (1996); COP 3, em Quioto (1997); COP 4, em Buenos Aires (1998); COP 5, em Bonn (1999); COP 6, em Haia (2000); COP 6,5, em Bonn (2001); COP 7, em Marraqueche (2001); COP 8, em Nova Deli (2002); COP 9, em Milão (2003); COP 10, em Buenos Aires (2004); COP 11, em Montreal (2005); e COP 12, em Nairobi (2006) (UNFCCC, 2007, *apud* RIBEIRO, 2007).

A terceira Conferência das Partes (COP-3), realizada entre 1 e 12 de dezembro de 1997 em Quioto, Japão, contou com a presença de representantes de mais de 160 países com vistas ao cumprimento do Mandato de Berlim adotado em 1995.

Celebrado com o comprometimento de 39 países desenvolvidos, o Protocolo de Quioto inclui metas e prazos relativos à redução ou limitação das emissões futuras de

dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa, exceto aqueles já controlados pelo Protocolo de Montreal.

O Protocolo de Quioto, procurando atingir o objetivo final da Convenção, no sentido de possibilitar alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que não interfira perigosamente no sistema climático, estabelece metas e prazos para controlar num primeiro esforço quatro gases: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e hexafluoreto de enxofre (SF₆), acompanhados por duas famílias de gases, hidrofluorocarbonos (HFCs) e perfluorocarbonos (PFCs) (UNFCCC, 1997). Estabelece ainda medidas necessárias ao cumprimento das metas, atribuindo ênfase às obrigações por parte das nações industrializadas, as quais, por sua vez, requereram garantia de participação significativa dos países em desenvolvimento, critérios e mecanismos de mercado (UNFCCC, 2001b), definindo metas de redução de emissões de 5,2% abaixo dos níveis observados em 1990 entre 2008 e 2012 (primeiro período do compromisso).

A partir do Protocolo de Quioto, ficou claro que o mercado poderia auxiliar no processo de reduções de emissões de GEE, por meio da proposta de criar um valor transacional para essas reduções.

O Protocolo de Quioto foi ratificado pela Rússia em 05 de novembro de 2004. Desde 1997, esperava-se por isso, pois o protocolo só poderia entrar em vigor com a ratificação de um número de países que correspondesse a 55% das emissões das Partes incluídas no Anexo I. Com a ratificação da Rússia, o Protocolo entrou em vigor dia 16 de fevereiro de 2005 (PROCLIMA 2008).

O Protocolo de Quioto possui três instrumentos conhecidos coletivamente como mecanismos de flexibilização, destinados a facilitar o cumprimento das metas de redução da Convenção do Clima, sendo eles, segundo UNFCCC (1997):

- Implementação Conjunta - IC (Joint Implementation), artigo 6 do Protocolo de Quioto. A IC refere-se a projetos de mitigação das mudanças climáticas implementados entre dois países do Anexo 1, ou seja, entre dois países industrializados.

- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (Clean Development Mechanism). O MDL foi estabelecido pelo Artigo 12 do Protocolo de Quioto e se refere aos projetos de mitigação das mudanças climáticas realizadas entre países do Anexo 1 e outros países não pertencentes ao Anexo 1. Neste mecanismo, os investimentos em projetos devem contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países hospedeiros Não-Anexo 1.

- Comércio de Emissões – CE (*Emission Trading*), definido pelo Artigo 17 do Protocolo determina que os países do Anexo 1 podem transferir entre si partes de suas quantidades designadas de emissões de GEE. Sob este mecanismo, os países que emitirem menos que o autorizado pelo Protocolo, poderão vender suas cotas excedentes.

O acordo em Marrakesh, na COP 7, em 2001, aprovou o seqüestro florestal como modalidade de MDL, mas excluiu a conservação e o manejo florestal para o primeiro período de vigência do Protocolo de Quioto. Na COP 9, em 2003, em Milão regulamentou-se que os CERs florestais seriam temporários (SANQUETA, 2004).

3.5. Mecanismo de desenvolvimento limpo

O MDL foi desenvolvido a partir de uma proposta da delegação brasileira que previa a constituição de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, que consiste na possibilidade de um país desenvolvido financiar projetos em países em desenvolvimento como forma de cumprir parte de seus compromissos.

A proposta do MDL consiste em que cada tonelada de CO₂ deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial, criando um novo atrativo para as reduções de emissões globais.

Os países do Anexo 1 estabelecerão em seus territórios metas para redução de CO₂ junto aos principais emissores. As empresas que não conseguirem reduzir suas emissões poderão comprar Certificados de Redução de Emissões (CRE) de países em desenvolvimento e usá-los para cumprir suas obrigações (ROCHA, 2003).

Assim, os países do Anexo 1 podem utilizar as Reduções Certificadas de Emissão (RCE), em inglês *Certified Emissions Reductions* (CER) ou créditos de carbono de projetos aprovados, como contribuição à conformidade com a parcela do compromisso que lhes compete. Os países em desenvolvimento, por sua vez, deverão utilizar o MDL para promover seu desenvolvimento sustentável.

Esse mecanismo deve implicar reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima.

Com isso, o Protocolo estimula os países a cooperar entre si através de duas linhas de ação.

A primeira linha de ação refere-se à reforma dos setores de energia e transportes, devendo promover o uso de fontes energéticas renováveis, eliminando ou reduzindo

drasticamente a utilização de combustíveis fósseis; eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção; e limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos.

A segunda linha de ação refere-se à proteção das florestas, devendo promover o resgate de emissões por meio de sumidouros e da estocagem dos gases de efeito estufa retirados da atmosfera, por exemplo, injeção de CO₂ em reservatórios geológicos ou atividades relacionadas ao uso da terra, como o florestamento e reflorestamento e, atividades denominadas de seqüestro de carbono (PROCLIMA 2008).

A segunda modalidade de MDL, o seqüestro de carbono, normalmente envolve a idéia de conservação de estoques de carbono nos solos, florestas e outros tipos de vegetações, onde ocorre um perigo iminente de perda dos ecossistemas; o fortalecimento de sumidouros de carbono, preservando áreas florestais; estabelecimento de novas plantações florestais e sistemas agroflorestais; e a recuperação de florestas degradadas.

Em princípio, o Protocolo de Quioto chegou a considerar quatro formas de seqüestro: reflorestamento ou florestamento, inclusive de sistemas agroflorestais que seqüestram o carbono; manejo florestal sustentável que tanto seqüestra quanto reduz as emissões; conservação e proteção florestal contra desmatamento, que é uma forma de emissão evitada; e substituição do combustível fóssil por biomassa renovável para reduzir as emissões, sendo que apenas nesta a redução da emissão é permanente (IPCC, 2000).

O acordo em Marrakesh, na COP 7, em 2001, aprovou o seqüestro florestal como modalidade de MDL, mas excluiu a conservação e o manejo florestal para o primeiro período de vigência do Protocolo de Quioto. Na COP 9, em 2003, em Milão regulamentou-se que os CERs florestais seriam temporários(SANQUETA, 2004).

O seqüestro de carbono por meio de atividades florestais se baseia no fato de que o gás carbônico é um gás atmosférico que circula no mundo todo, e, conseqüentemente, os esforços para a remoção dos GEE pelas florestas terão efeito igual, sejam eles aplicados próximo à fonte ou do outro lado do mundo, e que a vegetação verde retira o gás carbônico da atmosfera pelo processo da fotossíntese, convertendo-o em compostos orgânicos utilizados no crescimento e no metabolismo vegetal. Dessa forma, as plantas lenhosas armazenam carbono em madeira e outros tecidos até sua morte e decomposição, fase em que o carbono na madeira poderá ser desprendido na forma de gás carbônico, monóxido de carbono, ou metano, ou poderá ficar incorporado ao solo como substância orgânica (DELANEY *et al.*, 1997).

Os resultados do efeito do seqüestro de carbono podem ser quantificados pela estimativa da biomassa da planta acima e abaixo do solo e pelo cálculo de carbono estocado nos produtos madeireiros. É conhecido que as florestas tropicais úmidas são caracterizadas por uma alta taxa de produtividade primária, retendo um considerável estoque de carbono, principalmente na sua fase de crescimento, quando as árvores removem quantidades significativas de carbono da atmosfera, que é reduzido gradativamente a taxas quase insignificantes quando já formadas (PROCLIMA 2008). Vale lembrar, no entanto, que o assunto é bastante polêmico, estando ainda em discussão os diversos aspectos técnicos que envolvem o tema.

2.6. Projetos MDL no Brasil

Para que um projeto resulte em reduções certificadas de emissões (RCEs), as atividades de projeto do MDL devem, necessariamente, passar pelas etapas do ciclo do projeto, que são sete: elaboração de documento de concepção de projeto (DCP), usando metodologia de linha de base e plano de monitoramentos aprovados; validação (verificar se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Quioto); aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND), que, no caso do Brasil, é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), órgão responsável por verificar a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável; submissão ao Conselho Executivo para registro; monitoramento; verificação/certificação; e emissão de unidades segundo o acordo de projeto (CQNUMC, 2008).

Uma atividade de projeto entra no sistema do MDL quando seu documento de concepção de projeto (DCP) correspondente é submetido à validação por uma Entidade Operacional Designada (EOD). Ao completar o ciclo de validação, aprovação e registro, a atividade registrada torna-se efetivamente uma atividade de projeto no âmbito do MDL.

Segundo CQNUMC (2008), um total de 2.889 projetos encontrava-se em alguma fase do ciclo de projetos do MDL, sendo 833 já registrados pelo Conselho Executivo do MDL e 2.056 em outras fases do ciclo.

O Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 271.407.939 de t CO₂, o que corresponde a 6% do total mundial. A China ocupa o primeiro lugar com 2.149.230.428 t CO₂ e a serem reduzidas 50%, seguida pela Índia com 966.929.411 de t CO₂ e 22% de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos (CQNUMC, 2008).

A maior parte das atividades de projeto desenvolvidas no Brasil está no setor energético, o que explica a predominância do CO₂ na balança de reduções de emissões brasileiras.

A região Sudeste destaca-se em número de projetos devido à posição dos Estados de São Paulo e de Minas Gerais, com 24 e 14%, respectivamente, seguidos por Mato Grosso e Rio Grande do Sul, com 9%.

2.7. Estoque de carbono nos diferentes compartimentos da floresta

As plantas fixam carbono por meio da clássica equação da fotossíntese, retirando gás carbônico da atmosfera e água do solo, emitindo oxigênio e capturando carbono na sua biomassa por meio do seu crescimento apical e radial. Esse processo se dá na presença de luz e sob a ação da clorofila das plantas (AMABIS e MARTHO, 2004).



As árvores estão entre os seres vivos com a maior capacidade de armazenar carbono em sua biomassa devido a seu porte avantajado, à sua longevidade e à possibilidade de crescer em maciços. Por isso, as florestas são consideradas sumidouros de carbono e o reflorestamento/florestamento aceitos como um meio efetivo de capturar o gás carbônico da atmosfera poluída.

A fixação de carbono em uma floresta se dá em todos os seus compartimentos: folhagem, galhos, fuste, raízes, serapilheira ou material caído (incluindo folheto e madeira morta) e também na camada orgânica do solo. Todos esses compartimentos são passíveis de cômputo em quantificações para formulação de projetos florestais de MDL.

2.7.1. Carbono da parte aérea

Delaney *et al.* (1997), em estudos realizados em cinco diferentes áreas na Venezuela, concluíram que o carbono estocado na biomassa aérea para árvores maiores de 10 cm de diâmetro à altura do peito, varia desde 70 tC.ha⁻¹ nas áreas florestais muito secas, até 179 tC ha⁻¹ em áreas de floresta com alta umidade. Em áreas muito secas, o carbono na biomassa das árvores com diâmetro menor que 10 cm está entre 0,7 a 1,0 tC ha⁻¹, ou 1,5% do carbono contido nas árvores maiores que 10 cm de diâmetro.

Brown e Lugo (1982) reportam que o carbono contido na biomassa da parte aérea das árvores localizadas nos trópicos varia de 20 a 269 tC ha⁻¹.

Em estudo realizado por Castro *et al.* (1980) em florestas plantadas com *Pinus oocarpa*, foram encontrados valores entre 15,1 e 26,2% para a relação da produção da copa *versus* produção do tronco com casca. Ou seja, para cada tonelada de matéria seca de tronco com casca, obteve-se entre 0,150 e 0,260 tonelada de matéria seca produzida pela copa. Poggiani (1985) trabalhou com florestas plantadas de *Pinus caribaea*, com idade de 14 anos, e registrou um valor de 15,75% para a relação produção da copa *versus* produção do tronco da árvore.

Andrae e Krapfenbauer (1979), em estudos numa floresta plantada de *Eucalyptus saligna* com 4 anos de idade, encontraram um valor de 62,8% da matéria seca da copa *versus* matéria seca do tronco. Quatro anos após, Andrae (1982) trabalhou com o mesmo povoamento, então com 8 anos de idade, tendo encontrado um valor de 16,9%, na comparação da produção da copa e do tronco.

Em trabalho desenvolvido por Reis *et al.* (1985) em florestas plantadas com *Eucalyptus grandis*, foram obtidos, para a relação produção de copa *versus* tronco, valores que variaram de 17% a mais de 100%, nas idades inferiores a 1,5 anos. Ainda segundo esses autores, nas idades acima de 4 anos, foi obtido um valor em torno de 20%. Peter *et al.* (1996) encontraram um valor de 17,3%, bastante próximo ao citado anteriormente, embora trabalhassem com florestas de *Eucalyptus camaldulensis*, com idades que variavam de 1 a 5 anos.

Em estudo desenvolvido por Schumacher e Poggiani (1993) em florestas plantadas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus grandis*, ambas com 9 anos de idade, e *Eucalyptus torelliana* com 12 anos, os autores observaram que, para as três espécies, o tronco representou em média 90% do total da matéria seca produzida pela parte aérea das árvores. A copa, composta por folhas e ramos, contribuiu com apenas 10%. Poggiani *et al.* (1983) trabalharam com florestas plantadas de *Eucalyptus saligna*, com 8 anos de idade, e obtiveram valores de 18% para a relação copa *versus* tronco.

Em estudo conduzido por Busnardo *et al.* (1985), foi encontrado um valor médio de 46% de carbono para o resíduo integral. Resíduo é a parte aérea da árvore que não é colhida, constituída pelos ramos e folhas.

2.7.2. Carbono nas raízes

Segundo Flint e Richards (1994), a porcentagem de biomassa sob o solo (raízes vivas), comparada ao total, é maior em florestas tropicais secas, indo de 15 a 25%, comparado às florestas úmidas, onde variam de 5 a 15%. Em florestas caducifólias, este valor se aproxima de 20%, enquanto em florestas compostas por coníferas este valor é um pouco menor, variando de 18 a 19%. Em plantações de *Pinus patula* no sul e sudeste asiático, a porcentagem de biomassa de raízes é de 19% em relação a biomassa total (aérea + raiz), mantendo-se constante à medida que aumenta a biomassa total.

Em estudo em florestas plantadas com *Eucalyptus saligna* com 4 anos de idade, realizado por Andrae e Krapfenbauer (1979), foi estimado um valor de 41,1% para a relação de produção de matéria seca pelas raízes em comparação à produção do tronco. Mais tarde, Andrae (1982) encontrou para a mesma floresta, então com 8 anos de idade, um valor de 18,7%.

Peter *et al.* (1996) encontraram um valor de 56,9% entre o peso das raízes e do tronco, para uma floresta de *Eucalyptus camaldulensis*, plantada na região de cerrado do noroeste do estado de Minas Gerais, com idades variando de 1 a 5 anos.

Reis *et al.* (1985), trabalhando com *Eucalyptus grandis*, obtiveram valores desde 18 a 84%, ficando a média em 46,9%. Essas informações são referentes somente ao primeiro corte.

2.7.3. Carbono no solo

Os constituintes orgânicos dos solos tropicais não possuem qualidades especiais que os diferenciam dos solos das regiões temperadas, nem tampouco fazem com que os solos dos trópicos necessariamente contenham menores quantidades de matéria orgânica em comparação aos regimes temperados (BATJES e SOMBROEK, 1997).

Na maioria das Florestas Tropicais Úmidas da Amazônia, a ocorrência de raízes está concentrada na superfície do solo, e o ciclo de nutrientes ocorre principalmente na camada de decomposição localizada acima do solo (CERRI *et al.*, 1991). Segundo os mesmos autores, um fator que afeta o ciclo do carbono é o desmatamento, pelo decréscimo da fitomassa em desenvolvimento e da diminuição de resíduos em decomposição acima do solo. Outro ponto observado é que com o desmatamento, o

conteúdo total de carbono debaixo do solo também decresce, estando relacionado ao decréscimo da porosidade do solo, da estabilidade estrutural e da sua fertilidade.

Estimativas feitas por Bouwman e Leemans (1995), *apud* Bashkin e Binkley (1998), assumem que o florestamento, definido como o estabelecimento florestal após 50 anos em áreas desflorestadas, armazena aproximadamente 50 tC ha⁻¹ no solo em 30 anos no Hawaí, dando uma estimativa da taxa de acúmulo global de carbono no solo das plantações florestais tropicais de 0,007 Gt ano⁻¹. No entanto, segundo os resultados obtidos por Bashkin e Binkley (1998), o reflorestamento pode não conduzir a incrementos substanciais de carbono no solo, e a pressuposição anterior pode estar superestimada.

Em uma mata natural da Amazônia, Cerri *et al.* (1991) encontraram nos primeiros 5 m do perfil do solo 240 tC ha⁻¹, sendo 50% (120 tC ha⁻¹) encontrado no primeiro metro. Delaney *et al.* (1997) determinaram que o carbono do solo se distribui da seguinte maneira em diferentes zonas de vida na Venezuela: floresta úmida montana e montana baixa (253 a 257 tC ha⁻¹); floresta muito seca (233 tC ha⁻¹); floresta úmida (160 tC ha⁻¹); e na transição da zona de vida úmida pra muito seca (125 tC ha⁻¹). Em quatro das zonas de vida estudadas, a concentração de carbono decresceu com a profundidade, estando sua maioria localizada, entre 67 a 70%, nos primeiros 50 cm, enquanto em floresta úmida montana, a maior concentração se dá em profundidade de 25 a 50 cm.

2.8. Taxas de fixação de carbono na vegetação

As plantações tropicais, principalmente de *Eucalyptus* sp., *Tectona grandis* e *Pinus* sp., possuem um potencial de fixação entre 2,7 e 9,6 tC ha⁻¹ ano⁻¹ (BROWN *et al.*, 1986). Ramírez *et al.* (1997) determinaram uma taxa de fixação de 7,7 tC ha⁻¹ ano⁻¹ em plantações florestais na Costa Rica; em alguns registros para florestas tropicais em idade adulta encontraram taxas de 0,71 ± 0,34 tC ha⁻¹ ano⁻¹ (PHILIPS *et al.*, 1998); e de 1 tC ha⁻¹ ano⁻¹ em Jaru (GRACE *et al.*, 1996) na região de Manaus na Amazônia brasileira. Ortiz (1997) encontrou florestas secundárias da Costa Rica produzindo depois de 20 anos, uma taxa média de fixação na biomassa aérea de 3,76 tC ha⁻¹ ano⁻¹.

Schumacher *et al.* (2002) elaboraram trabalhos para estimar a quantidade de carbono orgânico na biomassa arbórea de uma plantação de *Pinus taeda* com 20 anos de idade, localizada no município de Cambará do Sul-RS, tendo como resultado de

carbono acumulado nos componentes acículas, galhos, casca do tronco e madeira 3,5, 17,6, 4,1 e 90,4 t ha⁻¹, respectivamente. Já em povoamentos com 10 anos de idade, quantificando os mesmos componentes, os autores encontraram os seguintes valores: 6,1, 3,7, 3,2 e 28,3 t ha⁻¹ de carbono acumulado respectivamente.

Watzlawick (2003), estudando plantações de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* no município de General Carneiro, concluiu que o estoque de biomassa e carbono arbóreo, arbustivo, na raiz e serapilheira nas diferentes idades consideradas variou bastante, principalmente em função das diferenças existentes entre as idades, também relacionadas às condições de manejo, como desbastes, desramas e densidade de indivíduos por hectare. O mesmo autor também concluiu que, para as plantações de *Pinus taeda*, considerando o carbono em todos os compartimentos, a distribuição média do peso foi de 80,18% na vegetação arbórea, 1,81% no sub-bosque, 7,68% na serapilheira e 10,32% nas raízes.

Segundo Fernandes et al. (2007), ao final de 12 anos, um plantio de *Hevea* sp. localizado na Zona da Mata Mineira seqüestrou, em média, 62,10 toneladas de carbono por hectare em sua biomassa viva, tendo os galhos contribuído com a maior quantidade de carbono armazenado, seguidos por troncos, raízes e folhas.

Os fatores que influenciam nas diferenças de produção de biomassa e acúmulo de carbono orgânico em plantações florestais sob as mesmas condições edafoclimáticas, relacionam-se principalmente ao potencial genético da espécie e a fatores próprios inerentes à planta. Conforme Lugo, Brown e Chapman (1988), alguns estudos relacionam a produção com fatores climáticos, mas poucos relacionam a produção com fatores inerentes ao sítio.

2.9. Manejo florestal e fixação de CO₂

Kyrklund (1990) defende que a velocidade de absorção do CO₂ é diretamente proporcional ao crescimento das árvores, sendo assim, preservar as florestas naturais é uma maneira pouco eficaz de fixar CO₂. Em compensação, uma organização florestal baseada na colheita realizada no momento ideal, convertendo a madeira em produtos duráveis, com o menor desperdício, e aplicado um trabalho adequado de regeneração da área, permitiria fixar o máximo possível de carbono. Evidentemente esta medida de aproveitamento das florestas tem limites, pois a utilização comercial de todas as florestas naturais não é factível do ponto de vista da conservação dos ecossistemas.

Desta forma, as áreas florestais, especialmente as plantações, podem ser manejadas com diferentes enfoques e produzir vários serviços, por exemplo, paisagismo, controle de clima e preservação da água, conservação da variabilidade genética, acúmulo de biomassa, entre outros. A produção florestal é um processo de múltiplas entradas e múltiplas saídas. Do ponto de vista da fixação de carbono, assume-se que a produção florestal pode ser um processo que leva a multiprodutos, em que se analisa o manejo da floresta com respeito à produção de dois serviços principais: madeira e carbono orgânico. Este processo de produção é acoplado: uma das saídas não pode ser produzida sem que, simultaneamente a outra seja produzida, até certo nível (HOEN e SOLBERG, 1994).

2.10. Estoque de carbono nos diferentes níveis de sucessão florestal

Watzlawick et al. (2002) apresentaram resultados obtidos a partir de trabalhos de determinação de biomassa pelo método destrutivo em florestas em diferentes graus de intervenção na região sul do Estado do Paraná, sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Biomassa seca e carbono nos compartimentos florestais nos diferentes estágios de regeneração da Floresta Ombrófila Mista Montana, General Carneiro, PR

Compartimento da biomassa	Estágio de Regeneração da Floresta					
	Inicial		Médio		Avançado	
	Biomassa	Carbono	Biomassa	Carbono	Biomassa	Carbono
Madeira	32,65	13,82	73,81	31,49	155,75	66,45
Folhas/Acículas	2,50	1,07	5,61	2,39	7,59	3,25
Galhos vivos	28,07	11,40	63,51	25,82	187,18	76,08
Galhos mortos	1,00	0,44	4,06	1,70	2,76	1,17
Casca	4,90	1,96	20,58	8,32	40,17	16,32
Miscelânea	0,25	0,15	1,27	0,51	4,34	1,75
Total acima do solo	69,37	28,84	168,84	70,23	397,79	165,02
Serapilheira	7,90	2,99	8,59	3,30	7,60	2,90
Raízes	38,17	14,84	40,00	15,76	36,14	13,61
Total abaixo do solo	46,07	17,83	48,59	19,06	43,74	16,51
Subdossel	23,80	9,60	21,17	8,46	20,46	8,03
Total geral	139,24	56,27	238,60	97,75	461,99	189,56

Nota: biomassa seca e carbono, ambos em t ha⁻¹, estágios de regeneração conforme Resolução 02/94 CONAMA.
Fonte: adaptado de Watzlawick *et al.* (2002).

A Tabela 1 demonstra que a floresta em estágio mais avançado de regeneração tem um maior estoque de biomassa e carbono que as florestas em estágios menos avançados. Ao considerar a Floresta Ombrófila Mista estudada pelos autores, evidencia-se que o estágio avançado de regeneração possui cerca de 462 t ha^{-1} de biomassa seca, correspondentes a quase 190 t ha^{-1} de carbono, o que, por sua vez, implica um montante de 697 t ha^{-1} de CO_2 equivalente.

Esses valores referem-se aos compartimentos da biomassa acima do solo, abaixo do solo e do subdossel (sub-bosque) e não incluem o carbono do solo. Já no estágio médio de regeneração, a biomassa seca atinge aproximadamente 239 t ha^{-1} , o que representa aproximadamente 98 t ha^{-1} de carbono e 360 t ha^{-1} de CO_2 equivalente. Por sua vez, o estágio inicial contém 139 t ha^{-1} de biomassa seca, com 56 t ha^{-1} de carbono, representando 205 t ha^{-1} de CO_2 equivalente.

A ordem de grandeza de biomassa e carbono nos estágios sucessionais ou de regeneração obviamente decorre do fato de no estágio mais avançado ocorrerem indivíduos de maior diâmetro e altura e possivelmente maior massa específica devido à idade das árvores e à composição florística mais rica de espécies com madeiras com maior densidade (WATZLAWICK *et al.*, 2002).

Os diferentes compartimentos têm participações diferenciadas nos três níveis sucessionais da floresta em termos de biomassa seca. No estágio inicial, a maior fração é de raízes (27,41%), seguida da madeira (23,44%), dos galhos vivos (20,16%) e do sub-dossel (17,10%).

No estágio médio, a participação da madeira sobe para 30%, a dos galhos vivos para 26%, enquanto a casca atinge 9%. Ocorrem reduções significativas para as frações raízes e subdossel. Já no estágio avançado, a participação dos galhos aumenta muito, atingindo 40% da biomassa seca. A madeira também aumenta sua participação, enquanto a casca se estabiliza em termos percentuais. Os demais compartimentos apresentam participações pouco expressivas em termos relativos.

Em estudos realizados por Fernandes *et al.* (2007), em plantio de *Hevea* sp. localizado na Zona da Mata Mineira, analisando a função da classe diamétrica em relação à biomassa, verificou-se que os percentuais médios de contribuição se alteram. Na classe de 12,5 cm de DAP (diâmetro à altura do peito), a raiz representa o maior percentual (38,8%), seguido por tronco (34,8%), galhos (22,8%) e folhas (3,6%). Na classe de 17,5 cm de DAP, os galhos contribuíram mais (36,3 %), seguidos pelas raízes (31,1%), pelo tronco (27,9%) e folhas (4,7%).

Essa variação se deve à posição sociológica das árvores na comunidade florestal: árvores menores normalmente têm um percentual de biomassa alocado para o sistema radicular em detrimento da parte aérea.

2.11. Metodologias de quantificação de carbono nas florestas

Os autores Brown, Gillespie e Lugo (1989) comentam que a amostragem destrutiva produz valores consistentemente mais altos do que as estimativas volumétricas, podendo haver tendenciosidades na escolha do local de estudo e falta de representatividade. Os autores afirmam que medidas diretas da distribuição entre os componentes da biomassa florestal acima do solo são necessárias para identificar fatores que estimem componentes tais como cipós, sub-bosque, serapilheira e madeira morta. Os componentes subterrâneos incluem os “fustes subterrâneos” e as raízes, valores que muitas vezes têm sido subestimados porque praticamente a maioria das mensurações não tem incorporado estes valores de biomassa.

O termo biomassa florestal, conforme Sanquetta (2002), pode significar toda a biomassa existente na floresta ou apenas sua fração arbórea, podendo também utilizar-se o termo fitomassa florestal ou fitomassa arbórea. Ao reportar-se aos diferentes métodos de determinação, o autor comenta ainda que nos métodos diretos os procedimentos de campo utilizados nas determinações de biomassa de florestas podem variar amplamente, segundo os objetivos e as restrições técnicas e orçamentárias atinentes ao trabalho. Segundo o autor, os métodos indiretos não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações, devendo ser empregados conjuntamente com os métodos diretos.

Para Souza e Ponzoni (1998), as técnicas de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizadas em aplicações e estudos na área florestal, destacando-se os trabalhos que visam a quantificar a biomassa florestal. A utilização de imagens de satélite constitui-se num método indireto e não destrutivo, podendo-se estimar parâmetros biofísicos (biomassa, carbono, volume de madeira) pelas propriedades espectrais da vegetação que a constitui (folhas, galhos, troncos, dentre outros). Apesar da viabilização das imagens, sua utilização para a quantificação de biomassa florestal ainda é pouco conhecida, principalmente em florestas naturais, devido à sua grande diversidade florística, fisionômica e fenológica, bem como à disponibilidade de os levantamentos de dados em campo coincidirem com a mesma data da tomada da

imagem. As plantações florestais possuem algumas vantagens para trabalhar com sensoriamento remoto, em função de serem na maioria das vezes de apenas um gênero e inventariadas periodicamente.

2.12. Emissões e remoções de dióxido de carbono por florestas no Brasil

2.12.1. Florestas naturais

O Brasil possui a segunda maior área de florestas naturais do planeta, com 477 milhões de hectares. No total, essa vegetação natural passa de meio bilhão de hectares, só é menor do que a da Rússia, e abriga a maior biodiversidade do planeta, assim como a quinta parte da água doce da Terra e uma diversidade única de culturas e populações associadas à floresta (PASSOS *et al.*, 2008).

As florestas no Brasil têm um enorme potencial para serem peças chaves no desenvolvimento nacional sustentável. As florestas naturais e plantadas do país provêm produtos e serviços de diversas cadeias produtivas, incluindo madeira e móveis, papel e celulose, tinturas e corantes, alimentos, chapas de fibra, óleos, resinas e elastômeros, fármacos, cosméticos, carvão, energia, ecoturismo, estoque e captura de carbono, além de proteção de mananciais (PASSOS *et al.*, 2008).

Em estudos referentes aos valores líquidos de emissões e remoções por sumidouros de CO₂, realizado pelo MCT (2008), associadas à mudança de uso da terra no Brasil, por bioma para o período 1988-1994, obtiveram-se os resultados apresentados a seguir.

Para o Bioma Amazônia, o resultado líquido das emissões por fontes e remoções por sumidouros foi de 116,9 TgC ano⁻¹ (1 Tg corresponde a 10⁶ t) . O resultado representa a diferença entre a emissão causada pelo desflorestamento bruto, 151,7 TgC ano⁻¹, e a remoção decorrente do processo de regeneração, 34,9 TgC ano⁻¹.

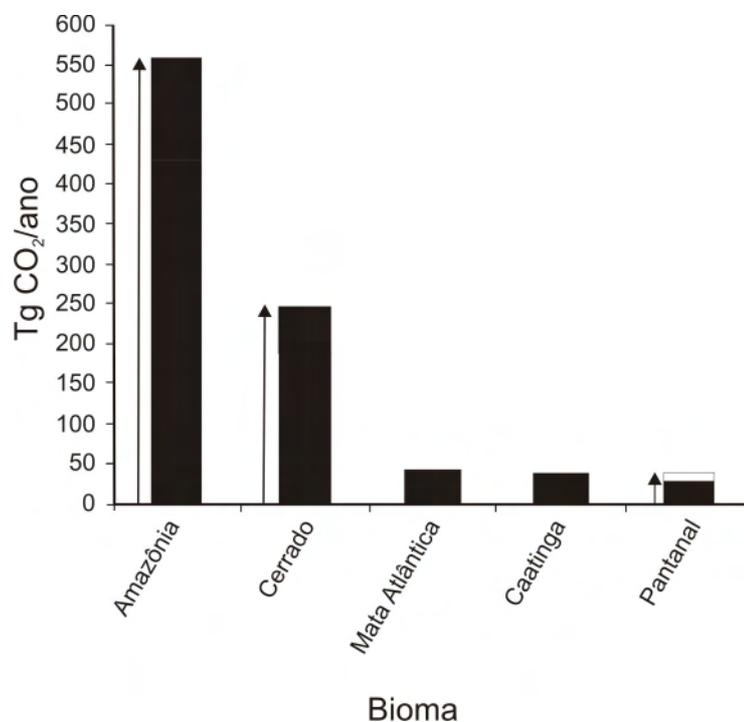
A emissão líquida resultante por fontes de emissão e remoções por sumidouros em todo o bioma Cerrado foi de 51,5 TgC ano⁻¹. Destes, 67,1 TgC ano⁻¹ são representados por emissões e 15,7 TgC ano⁻¹ é o valor referente às remoções por sumidouros.

Para o bioma Caatinga, foi encontrado um valor de emissões de 10,0 TgC ano⁻¹, não sendo detectados valores referentes a remoções por sumidouros.

O bioma Pantanal apresentou emissões líquidas no valor de 7,5 TgC ano⁻¹, sendo 10,3 TgC ano⁻¹ referentes à emissão bruta e 2,8 TgC ano⁻¹ à remoção por sumidouros. As emissões líquidas referentes ao bioma Mata Atlântica totalizaram 11,3 TgC ano⁻¹. A emissão bruta foi avaliada em 11,8 TgC ano⁻¹, e a remoção por sumidouros foi de 0,5 TgC ano⁻¹ (Tabela 2).

Segundo relatório do MCT (2008), as emissões líquidas de CO₂ causadas pelas mudanças de uso da terra em todo o Brasil foram estimadas em 722 TgCO₂, para cada ano do período 1988-1994.

O bioma Amazônia foi responsável pela maior emissão média líquida de CO₂ no período (429 TgCO₂ ano⁻¹), representando 59% das emissões líquidas totais. O bioma Cerrado foi o segundo mais relevante com emissão média líquida de 189 TgCO₂ ano⁻¹, representando 26% das emissões líquidas totais. Os biomas Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal contribuíram em menor escala: respectivamente, 41 TgCO₂ ano⁻¹, 36 TgCO₂ ano⁻¹ e 27 TgCO₂ ano⁻¹. Estimou-se que as remoções anuais de CO₂ resultantes do processo de regeneração em todos os biomas considerados (exceto Caatinga) representaram 22% da emissão anual bruta de CO₂, totalizando 920 Tg de CO₂ (Figura 4).



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia 2008.

Figura 4 – Emissões de fontes e remoções por sumidouros de CO₂ no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994.

Tabela 2 – Emissões líquidas no Brasil, por bioma, para o período 1988-1994

Bioma	Desflorestamento		Regeneração		Emissão Líquida		
	Área (1988 - 1994)	Emissão Bruta	Área (1988 - 1994)	Remoção Anual			
	10 ³ km ²	TgC ano ⁻¹	10 ³ km ²	TgC ano ⁻¹	TgC ano ⁻¹	TgCO ₂ ano ⁻¹	%
Amazônia: censo amostradas	39,2	66,9	36,0	15,1	51,8	189,9	
Amazônia: censo não-amostradas	52,9	84,9	46,3	19,8	65,1	238,8	
Amazônia	92,1	151,7	82,3	34,9	116,9	428,6	59
Cerrado: censo amostradas	28,6	22,5	6,6	5,1	17,3	63,6	
Cerrado: censo não-amostradas	60,1	44,7	11,1	10,5	34,1	125,1	
Cerrado	88,7	67,1	17,7	15,7	51,5	188,7	26
Mata Atlântica*	4,6	11,8	2,0	0,5	11,3	41,3	6
Caatinga: censo amostradas	11,3	5,2	-	0,0	5,2	19,2	
Caatinga: censo não-amostradas	12,6	4,7	-	0,0	4,7	17,3	
Caatinga	24,0	10,0	-	0,0	10,0	36,5	5
Pantanal	9,8	10,3	3,4	2,8	7,5	27,4	4
Total	219,2	250,9	105,5	53,8	197,1	722,5	100

* Período 1990-1995.

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2008).

2.12.2. Florestas plantadas

Machado e Pinheiro (1991) relataram que, em se tratando de atividades de reflorestamento incentivadas no Brasil, foram plantados, até o ano de 1991, cerca de 3,5 milhões de hectares, sendo predominantes os gêneros de *Eucalyptus* e *Pinus* com 80% desse total. Deste montante, o setor de papel e celulose participava com 31% e o de carvão vegetal para siderurgia com 33%.

De acordo com Salomão (1993), em 1993 o Brasil tinha um total de 6,6 milhões de hectares de reflorestamentos, e a área ocupada com o gênero *Eucalyptus* estava próxima a 3 milhões de hectares.

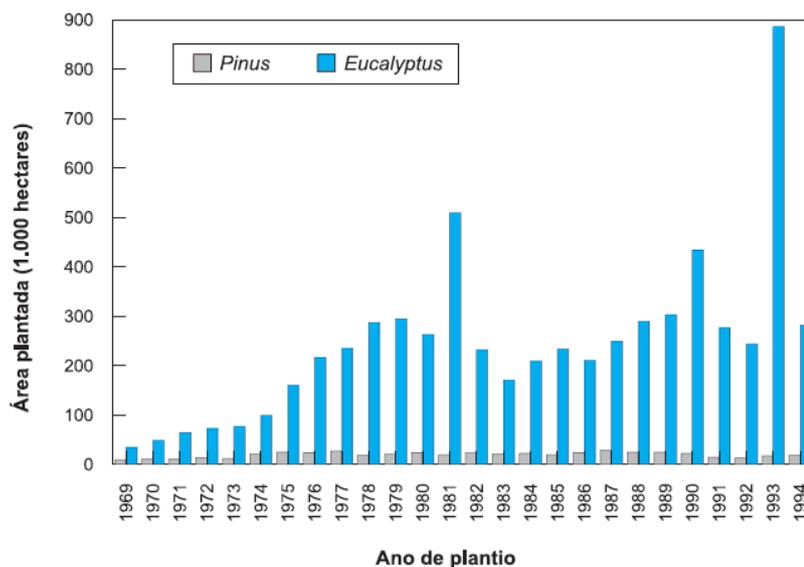
Reis *et al.* (1994) citaram que a área reflorestada no Brasil era de cerca de 6,5 milhões de hectares e que 43% desta área estava situada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

As publicações citadas acima apresentam divergências, mostrando parte da realidade brasileira. As florestas plantadas por pequenos proprietários e produtores independentes, muitas vezes não fazem parte dos registros das áreas ocupadas com florestas plantadas de uso industrial.

Os levantamentos realizados por Faria (1997) apontaram a existência de valores acima de 5,6 milhões de hectares de florestas plantadas, até o ano de 1994, somente no estado de Minas Gerais, valores muito acima dos apresentados nas citações anteriores. Os dados apresentados, segundo este autor, foram obtidos junto às entidades que possuem informações sobre florestas plantadas nas esferas estadual, regional e municipal. Dentre estas, citam-se a ABRACAVE, o Instituto Estadual de Florestas - IEF do estado de Minas Gerais e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

As áreas ocupadas com florestas plantadas são mostradas na Figura 5. Estes valores são originários dos relatórios da ANFPC (1994) e Faria (1997), sendo apresentados para cada ano de plantio, compreendendo o período de 1969 a 1994. As áreas apresentadas na Figura 6 foram a base para as estimativas da quantidade de carbono fixado pelas florestas plantadas de uso industrial no Brasil apresentadas no relatório do MCT (2008).

Estimativas do carbono fixado pelas florestas do gênero *Pinus* descrito pelo relatório do MCT (2008) apresentam valores totais de 1990 e 1994, igual a 3,04 milhões de toneladas de carbono, que é o valor da mudança de estoque de carbono fixado no



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2008).

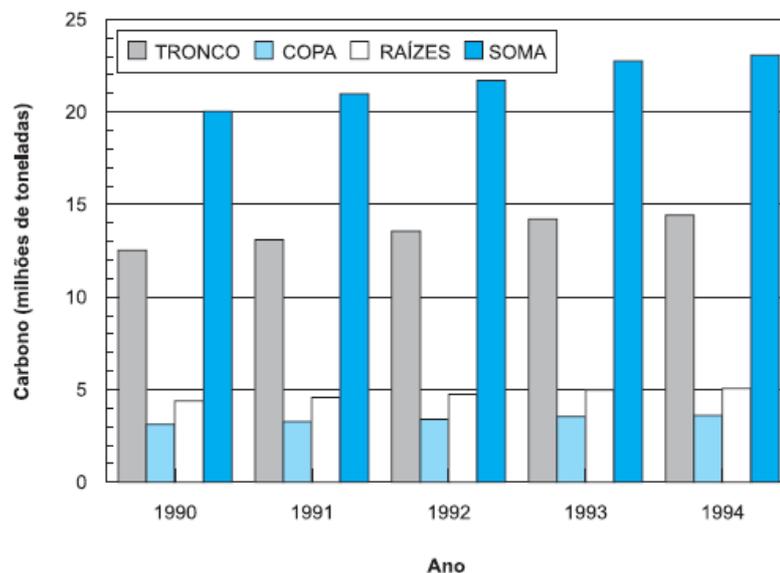
Figura 5 – Áreas plantadas, classificadas por gênero florestal e ano de plantio.

período. A estimativa mostra também que essa floresta esteve em processo de aumento de fixação de carbono para o período analisado, indicando que as florestas plantadas de *Pinus* para uso industrial fixaram mais carbono do que foi colhido na forma de madeira.

A Figura 6 mostra que o tronco foi a parte que apresentou os maiores valores de carbono fixado, em torno de 63%, enquanto a parte da árvore composta pela copa e raízes contribuiu com cerca de 37% do total dos valores estimados. É possível que essa porcentagem seja ainda mais expressiva em função do pouco conhecimento da contribuição do sistema radicular da planta.

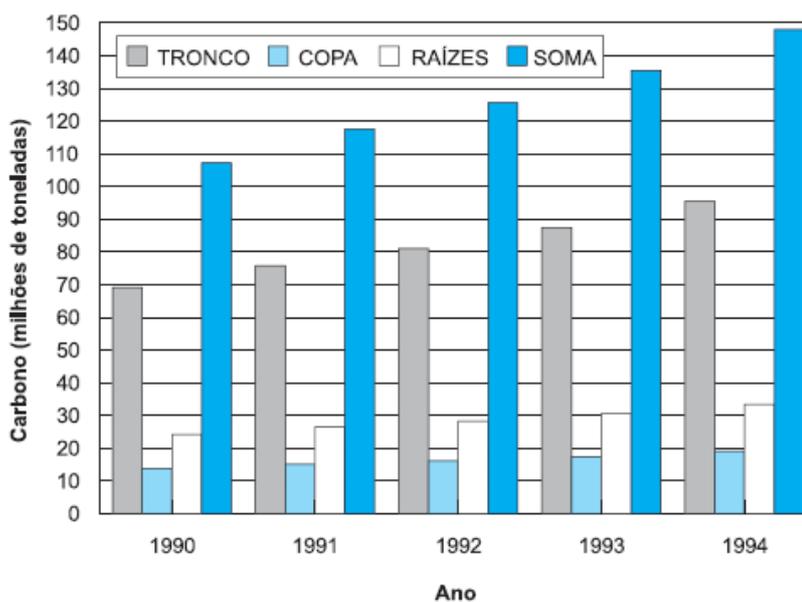
O processo de estimativa para o gênero *Eucalyptus* descrito pelo relatório do MCT (2008) entre os valores totais de 1990 e 1994, igual a 40,70 milhões de toneladas de carbono, é o valor da mudança de estoque de carbono fixado no período. A estimativa mostra também que essa floresta esteve em processo de aumento de fixação de carbono no período analisado, indicando que as florestas plantadas de eucaliptos, para uso industrial, fixaram mais carbono do que foi colhido na forma de madeira.

Conforme já observado para o gênero *Pinus*, verifica-se também para o gênero *Eucalyptus* que o tronco foi a parte que apresentou os maiores valores de carbono fixado, em torno de 65%, enquanto a contribuição da parte da árvore composta pela copa e raiz foi de cerca de 35% dos valores estimados para o carbono fixado. A Figura 7 mostra a representação gráfica destes valores.



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2008).

Figura 6 – Quantidade de carbono fixada pelas florestas plantadas do gênero *Pinus*.



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2008).

Figura 7 – Estimativa de carbono fixado pelas florestas plantadas do gênero *Eucalyptus*.

Segundo MCT (2008), as florestas plantadas de uso industrial apresentaram uma mudança total de estoque positiva de 43,74 milhões de toneladas de carbono fixadas, no período de 1990 a 1994, sendo a contribuição estimada do gênero *Pinus* de 3,04 milhões de toneladas e do gênero *Eucalyptus* de 40,70 milhões de toneladas de carbono fixadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

3.1.1. Caracterização geral da região

A tipologia vegetal original da região, conforme Veloso *et al.* (1991) e IBGE (1993), pertence à região fitossociológica da Floresta Estacional Semidecidual, inclui-se no domínio da Mata Atlântica, estando inteiramente compreendida na faixa de altitude e latitude, caracterizando-a como pertencente à região da Floresta Semidecidual Submontana.

A área de influência da CENIBRA S.A. pertence à região do alto médio Rio Doce, onde há poucas áreas remanescentes com vegetação primária, destaque para o Parque Florestal Estadual do Rio Doce. Em geral, a vegetação regional é representada por fragmentos florestais em estágio de sucessão ecológica secundária, sendo classificados com base na resolução nº 10 do CONAMA (1993).

A área de estudo (Figura 8) situa-se próxima à foz do rio Piracicaba, na margem direita do rio Doce, às margens da Lagoa Silvana e pertence aos municípios de Caratinga e Bom Jesus do Galho, entre as coordenadas UTM: 764.000N, 7.834.000E, 772.000N e 7.842.000E (LANA, 2006).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é o Aw - Clima tropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura máxima (34,4 °C) ocorre no mês de fevereiro e a mínima (15,4 °C) dá-se nos meses de julho e agosto, sendo a máxima média de 32,2 °C e a mínima média de 19,4 °C. A

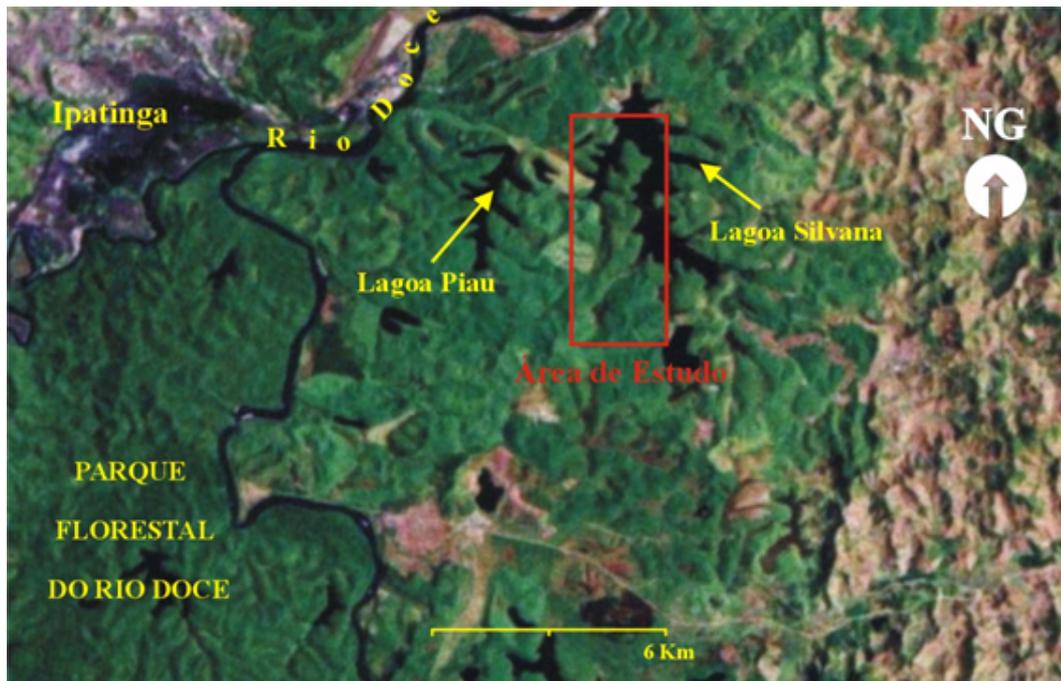


Figura 8 - Localização da área de estudo.

umidade relativa média é de 59,8%, sendo a máxima no mês de abril igual a 65,6% e a mínima no mês agosto igual a 51,8%.

A precipitação pluviométrica média mensal é de 106,6 mm, sendo a máxima no mês de dezembro igual a 271,1 mm e a mínima no mês de junho igual a 13,1 mm. A evapotranspiração potencial anual varia entre 950 a 1.200 mm.

3.1.2. Caracterização dos fragmentos florestais estudados

Os fragmentos de mata nativa estudados sofreram, há pelo menos 20 anos, grandes perturbações antrópicas: exploração de madeira para serraria; carvão vegetal; incêndios; e caça predatória. Notam-se ainda diversos vestígios das perturbações: ruínas de fornos; troncos cortados; árvores queimadas; vestígios de caçadores e pescadores; e diversas trilhas.

A área de estudo tem 302 ha sendo dividida em duas partes: uma com área de 272 ha, denominada Mata 1, classificada como estágio inicial (25% da área) e médio de sucessão secundária (75% da área); e a outra com 30 ha de área, denominada Mata 2, em estágio médio de sucessão secundária de regeneração (SIF, 2003).

Na parte norte da Mata 1, grande parte do perímetro confronta-se com o espelho d'água da Lagoa Silvana, conferindo à área proteção natural contra incêndios. Na parte sul, confronta-se com uma estrada.

Ressalta-se, também, que a área de estudo confronta-se com a Área de Proteção Ambiental da Lagoa Silvana e com outras áreas de reserva legal e de preservação permanente, formando um grande mosaico de vegetação nativa, constituído por fragmentos florestais interligados pelos corredores de vegetação das áreas de preservação permanente.

Há também extensas áreas alagadas, vários lagos naturais e córregos que proporcionam grande disponibilidade de água na área de estudo e nas demais áreas de propriedade da CENIBRA existentes na região.

3.1.3. Descrição do inventário florestal

A CENIBRA S.A. realiza inventários sucessivos em áreas de reservas selecionadas para estudos de dinâmica, por meio de parcelas permanentes. Na área de estudo, as parcelas foram instaladas e mensuradas em 2002 e foram remeidas em 2007.

Das 22 parcelas mensuradas, seis parcelas foram lançadas na Mata 2, que se encontra em estágio médio de sucessão secundária, e as demais parcelas foram lançadas na Mata 1.

As parcelas, retangulares de área fixa, média 10 x 50 m (0,05 ha), foram distribuídas de forma sistemática nos estágios de sucessão inicial e médio existentes nas Matas 1 e 2 (Figura 9).

Foram realizadas as seguintes avaliações em todas as árvores com CAP (circunferência a 1,30 m do solo) ≥ 15 cm: nome vulgar e científico das espécies; circunferência a 1,30 m do solo (CAP), em cm; altura comercial e total, em metros; qualidade de fuste; infestação de cipós; danos nas árvores; defeitos nas árvores; qualidade de copa; e iluminação de copa.

A amostragem fitossociológica foi realizada nos níveis de abordagem que incluem o extrato arbóreo e a regeneração natural.

A localização de cada árvore dentro da parcela foi realizada pela sua locação em um mapa da parcela. Através do uso de uma trena de 50 metros estendida longitudinalmente sobre o eixo central da parcela, foi estabelecida uma coordenada de posicionamento em relação ao ponto zero, ou início da parcela. A outra coordenada de

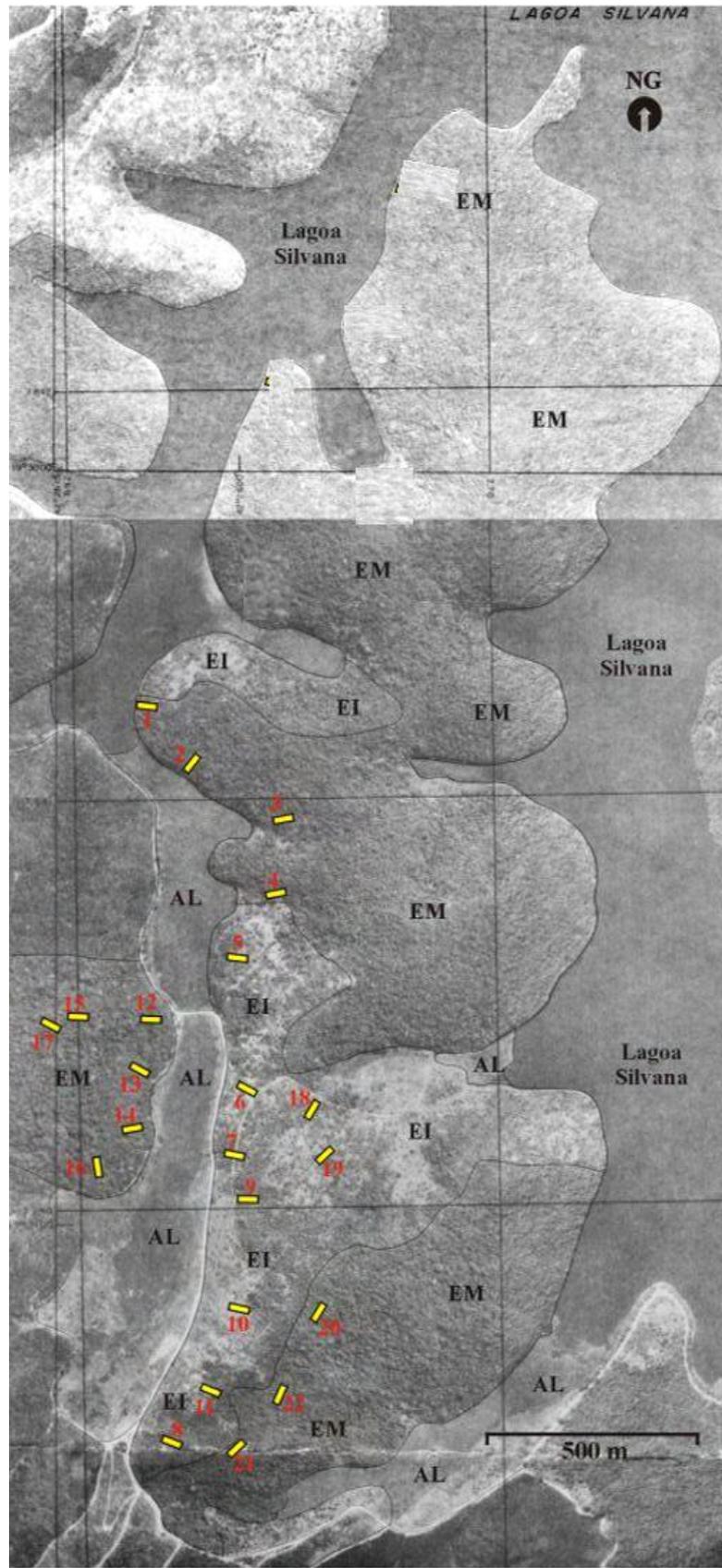


Figura 9 – Localização e identificação das parcelas de inventário na área de estudo, em que: EI = área em estágio de sucessão inicial; EM = área em estágio de sucessão médio e AL = área alagada.

posicionamento de cada árvore foi obtida pela medição da distância da árvore em relação ao eixo central da parcela, demarcado pela trena de 50 m. Após realizadas as duas medições, obteve-se a distância da árvore em relação ao eixo central e ao ponto zero da parcela. Estas duas medições geraram as coordenadas de localização das árvores na parcela. Esta metodologia facilitou a localização das árvores em ocasiões de medições de monitoramento e campanhas de coleta de material botânico, bem como dispensou a marcação das árvores com placas numeradas e fixadas com prego, no tronco.

3.2. Considerações gerais

O método proposto para quantificar o volume, a biomassa e o carbono nas árvores individuais baseia-se na relação alométrica existente entre o DAP_i (cm) e a ht_i (m) cuja relação determina o volume da i -ésima árvore individual (v_i , em m^3), que, multiplicado pela densidade básica da espécie a que pertence a árvore individual (d_i , em $kg\ m^{-3}$), torna possível determinar a biomassa da árvore individual (b_i , em kg) e seu peso de carbono (c_i , em kg).

3.3. Seleção de espécies e indivíduos amostrados

A seleção das espécies para amostragem de tronco fundamentou-se no inventário florestal da área de estudo realizado em 2003 (SIF, 2003). Foram selecionadas as espécies que apresentaram os maiores volumes totais e com no mínimo cinco indivíduos.

Para cada espécie selecionada, foram escolhidos aleatoriamente, nas parcelas de inventário, cinco indivíduos de cada espécie para coleta de madeira e casca, para a determinação de densidades. Esta amostragem contemplou apenas indivíduos adultos, isto é, indivíduos com CAP (circunferência à altura do peito, aproximadamente 1,30 m do solo) maiores ou iguais a 15 cm.

3.4. Coleta das amostras

3.4.1. Amostras de madeira

Para cada espécie, foram coletadas cinco amostras de madeira, uma de cada indivíduo. Para a retirada das amostras, utilizou-se o método da tradagem. A tradagem do tronco foi realizada à altura aproximada de 1,30 m do solo (diâmetro à altura do peito - DAP), na posição horizontal e mais cômoda para a coleta, introduzindo-se o trado a uma profundidade aproximada correspondente à metade do diâmetro (DAP) do tronco (Figura 10).



Figura 10 – Tradagem do tronco para retirada da amostra de madeira.

Após retirada a amostra, um tarugo da madeira de *Pinus* sp. foi introduzido no orifício e cortado rente ao tronco. A lesão foi borrifada com calda bordalesa para prevenir possíveis contaminações da árvore por patógenos (Figura 11).



Figura 11 – Introdução do tarugo de madeira de *Pinus* sp. no orifício da coleta de madeira.

3.4.2. Amostras de casca

A Figura 12 mostra a coleta da casca realizada com uso de um martelo de borracha e de um formão de marceneiro de 4 cm de largura, à altura aproximada de



Figura 12 – Retirada da amostra de casca com formão de marceneiro.

1,30 m do solo (diâmetro a altura do peito - DAP). Foram retiradas amostras quadradas de aproximadamente 16 cm² (4 cm x 4 cm). Após a coleta da amostra, o local foi borrifado com calda bordalesa.

3.5. Tratamento das amostras

As amostras foram identificadas e acondicionadas em recipientes apropriados para mantê-las íntegras e com o mínimo de perdas de umidade.

Os filetes de madeira foram acondicionados em recipientes (tubos de PVC, com aproximadamente 30 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro), vedados com tampas de rolha em ambas as extremidades (Figura 13). As amostras de casca foram acondicionadas em sacolas plásticas e guardadas em caixas de isopor.



Figura 13 – Recipiente construído para acondicionar as amostras de madeira.

Para a identificação das amostras, foram escritos, nos recipientes, o nome científico da espécie, o número da parcela e o número da árvore referente ao inventário florestal. Um recipiente identificado com o seguinte código **P8 Ar44 O. lanata** significa que a amostra pertence à espécie *Ocotea lanata*, localizada na parcela 8, árvore número 44 (Figura 14).

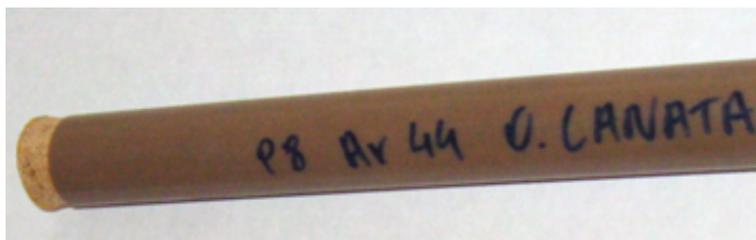


Figura 14 – Exemplo de identificação da amostra, contendo nome científico da espécie (*O. lanata*), número da parcela (P8 – parcela 8) e número da árvore (Ar44 – árvore 44).

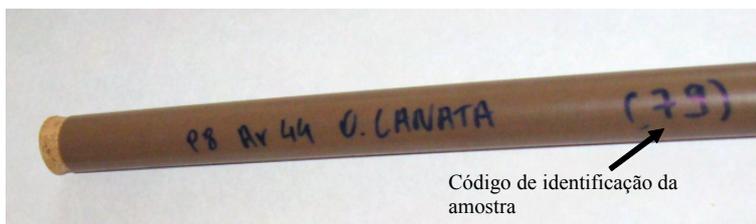
3.6. Determinação das densidades e umidade

3.6.1. Identificação das amostras no laboratório

Para identificar as amostras de madeira e casca no laboratório, foram atribuídos códigos de identificação escritos nas amostras e nas embalagens com lápis apropriados para cada material (Figura 15A e 15B), sendo possível especificarem cada amostra a identificação da espécie e a localização da árvore na área de estudo.



(A)



(B)

Figura 15 – Exemplo de amostras com código de identificação (A), identificação do recipiente com o código da amostra (B).

3.6.2. Densidade básica

A densidade básica é uma massa específica convencional definida pela razão entre a massa seca e o volume saturado (ABNT, 1997). A densidade básica de cada espécie foi a média das densidades das cinco amostras de madeira e casca, pela seguinte equação:

$$\bar{d}B_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{ms_j}{vs_j}$$

em que, $\bar{d}B_i$ = densidade básica média da i -ésima espécie, em g.cm^{-3} ou em kg.m^{-3} ;

ms_j = massa seca da j -ésima amostra, em g ou kg; e

vs_j = volume saturado da j -ésima amostra, em cm^3 ou em m^3 .

A massa seca foi obtida secando-se as amostras a uma temperatura de 102 ± 2 °C, até que a variação entre duas medidas consecutivas fosse menor ou igual a 0,5%. O volume úmido foi obtido pelo método de imersão.

3.6.3. Densidade aparente ou massa específica

A densidade aparente ou massa específica é definida pela razão entre a massa e o volume dos corpos de prova com teor de umidade de 12% (ABNT, 1997). Para a determinação da densidade aparente de cada espécie, foi calculada a média das densidades entre as cinco amostras de madeira e casca, determinada pela seguinte equação:

$$\bar{d}A_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{m_j}{v_j}$$

em que, $\bar{d}A_i$ = densidade aparente média da i -ésima espécie, em g cm^{-3} ou em kg m^{-3} ;

m_j = massa da j -ésima amostra a 12% de umidade, em g ou kg; e

v_j = volume da j -ésima amostra a 12% de umidade, em cm^3 ou em m^3 .

Para que as amostras atingissem aproximadamente 12% de umidade, elas foram expostas à umidade e temperatura ambientes até que estabilizassem sua massa, apresentando variação menor ou igual a 0,5%.

3.6.4. Teor de umidade das amostras secas ao ar

O teor de umidade da amostra corresponde à relação entre a massa da água nela contida e a massa da amostra seca (ABNT, 1997). As amostras foram previamente secas ao ar até que a variação da massa fosse menor ou igual a 0,5%. Desta forma, foi determinada a massa inicial da amostra. Após esta etapa, elas foram secas em estufa aquecida a 102 ± 2 °C, até que sua massa se estabilizasse e a variações não ultrapassassem 0,5%. Para a determinação do teor de umidade da amostra seca ao ar de cada espécie, foi calculada a média entre as cinco amostras pela seguinte equação:

$$\bar{U}_i(\%) = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \left(\frac{M_{uj} - M_{sj}}{M_{sj}} \right) * 100$$

em que, \bar{U}_i = Teor de umidade da i -ésima espécie, em porcentagem,

M_{uj} = massa inicial j -ésima amostra seca ao ar, em g ou kg; e

M_{sj} = massa da j -ésima amostra seca em câmara de secagem, em g ou kg.

3.6.5. Volume e massa das amostras

Para determinação do volume das amostras, foi utilizado o Método de Imersão, que se baseia na variação da massa pela submersão da amostra de madeira em um líquido, neste caso, a água. O método baseia-se no princípio de Arquimedes: a perda aparente de peso de um corpo imerso em um líquido é igual ao peso do líquido deslocado. Esta é uma das maneiras mais precisas de determinação de volume e pode ser usada para amostras com formato irregular (VITAL, 1984).

Neste método, deve-se colocar água dentro de um frasco de Griffin (copo de laboratório). O frasco deve ser de dimensão suficiente para evitar o contato da amostra com suas paredes laterais e o fundo, além de permitir a imersão total da amostra. A balança suportando o frasco contendo água é então zerada. A amostra será submersa totalmente no líquido, verificando-se a diferença de massa indicada na balança. Como a

densidade da água é de aproximadamente $1,0 \text{ g cm}^{-3}$, a diferença da massa em gramas, indicada pela balança, corresponde ao volume da amostra em centímetros cúbicos (Figura 16). A determinação da massa da amostra foi obtida na mesma balança empregada para determinar o volume (VITAL, 1984).



Figura 16 – Determinação do volume da amostra pelo método de imersão.

3.6.6. Análise de agrupamento das espécies por densidade

Para a análise de agrupamento das espécies, foi utilizada a relação entre a matriz espécies x densidade básica da madeira. Tanto a análise de grupamento das espécies, quanto a construção do dendrograma foram efetuadas utilizando-se do *Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas* (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se análise multivariada, agrupamento hierárquico, média balanceada e a distância euclidiana simples.

Construídos os agrupamentos homogêneos, prosseguiu-se com as análises estatísticas, culminando com as análises discriminantes feitas para testar as integridades e a consistência dos agrupamentos (SOUZA *et al.*, 1990).

3.7. Estimação do volume das árvores individuais

4.7.1. Volume total com casca (VTCC)

O volume total com casca é o somatório do volume de fuste e de galhos grossos, ambos com casca. Foi utilizada a seguinte equação volume total com casca (VTCC) para Mata Secundária (CETEC, 2005, *apud* SOARES *et al.*, 2006):

$$VTCC_j = 0,000074 * DAP_j^{1,70734} * HT_j^{1,16873}$$

em que

$VTCC_j$ = volume total com casca do j -ésimo indivíduo, em m³;

DAP_j = diâmetro a altura do peito do j -ésimo indivíduo, em cm; e

HT_j = altura total do j -ésimo indivíduo, em m.

3.7.2. Volume do fuste com casca (VFCC)

O volume do fuste com casca é a soma dos volumes de madeira e de casca do tronco. Foi utilizada a seguinte equação de volume de fuste com casca (VFCC) para Mata Secundária (CETEC, 2005, *apud* SOARES *et al.*, 2006):

$$VFCC_j = 0,000039 * DAP_j^{1,70764} * HT_j^{1,32032}$$

em que

$VFCC_j$ = volume do fuste com casca do j -ésimo indivíduo, em m³;

DAP_j = diâmetro à altura do peito do j -ésimo indivíduo, em cm; e

HT_j = altura total do j -ésimo indivíduo, em m.

3.7.3. Volume do fuste sem casca (VFSC)

O volume de madeira do fuste sem casca foi estimado pela equação de volume para Mata Secundária (CETEC, 2005, *apud* SOARES *et al.*, 2006):

$$VFSC_j = 0,000024 * DAP_j^{1,575082} * HT_j^{1,582642}$$

em que

$VFSC_j$ = volume do fuste sem casca do j -ésimo indivíduo, em m³;

DAP_j = diâmetro a altura do peito do j -ésimo indivíduo, em cm; e

HT_j = altura total do j -ésimo indivíduo, em m.

3.7.4. Volume de casca do fuste (VFcasca)

O volume da casca do fuste é a diferença entre o volume do fuste com casca (VFCC) e o volume do fuste sem casca (VFSC), obtido pela expressão:

$$FVcasca_j = VFCC_j - VFSC_j$$

em que

$VFcasca_j$ = volume de casca do fuste do j -ésimo indivíduo, em m^3 ;

$VFCC_j$ = volume do fuste com casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 ; e

$VFSC_j$ = volume do fuste sem casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 .

3.7.5. Volume de galho com casca (VGcc)

O volume de galho com casca é dado pela diferença entre o volume total com casca (VTCC) e o volume do fuste com casca (VFCC), demonstrado pela equação a seguir:

$$VGCC_j = VTCC_j - VFCC_j$$

em que

$VGCC_j$ = volume de galho com casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 ;

$VTCC_j$ = volume total com casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 ; e

$VFCC_j$ = volume do fuste com casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 .

3.7.6. Volume de casca dos galhos (VGcasca)

O volume de casca dos galhos foi determinado pelo produto entre o volume de galho com casca (VGCC) e o fator de casca (Fcasca), pelo emprego da seguinte equação:

$$VGcasca_j = VGCC_j * Fcasca$$

em que

$VGcasca_j$ = volume de casca do galho do j -ésimo indivíduo, em m^3 ; e

$VGCC_j$ = volume de galho com casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 ; e

$Fcasca$ = fator médio de casca.

O fator médio de casca ($Fcasca$) foi obtido pela razão entre a média do volume de casca do fuste ($VFcasca$) e a média dos volumes do fuste com casca ($VFCC$) das espécies:

$$Fcasca = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n VFcasca_i}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n VFCC_i}{n}}$$

em que

$Fcasca$ = fator de casca;

$VFCC_i$ = volume do fuste com casca da i -ésima espécie, em m^3 ;

$VFcasca_i$ = volume de casca do fuste da i -ésima espécie, em m^3 ; e

n = número total de espécies.

3.7.7. Volume de galho sem casca (VGSC)

O volume de galho sem casca foi determinado pela subtração entre o volume de galho com casca ($VGCC$) e o volume de casca do galho ($VGcasca$):

$$VGSC_j = VGCC_j - VGcasca_j$$

em que

$VGSC_j$ = volume do galho sem casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 ;

$VGcasca_j$ = volume de casca do galho do j -ésimo indivíduo, em m^3 ; e

$VGCC_j$ = volume de galho com casca do j -ésimo indivíduo, em m^3 .

3.8. Volume por hectare e por espécie

Os volumes por hectare e por espécie foram estimados pelo emprego das seguintes expressões:

$$VHa_i = \left(\sum_{j=1}^{n_i} V_{ij} \right) / 0,8 \quad (\text{Mata 1})$$

$$VHa_i = \left(\sum_{j=1}^{n_i} V_{ij} \right) / 0,3 \quad (\text{Mata 2})$$

em que:

VHa_i = volume por hectare, em m^3 , da i -ésima espécie;

V_{ij} = volume obtido na área amostrada, em m^3 , do j -indivíduo da i -ésima espécie;

e

n_i = número de indivíduos da i -ésima espécie.

Para os cálculos de volume por hectare para cada espécie presente na Mata 2 foram utilizadas as mesmas equações referentes à Mata 1, porém, o fator de conversão da área amostrada para hectare utilizado foi 0,3, pois, na Mata 2, estão instaladas 6 parcelas de inventário contínuo com área de 0,05 ha cada, totalizando uma área amostrada de 0,3 ha.

Substituindo-se V_i pelos valores $VTCC$, $VFCC$, $VFSC$, $VFcasca$, $VGCC$, $VGSC$ e $VGcasca$, foram obtidas as estimativas de volumes por hectare por espécie.

3.9. Índice de valor de importância volumétrica

O índice de valor de importância volumétrica (VIV) é a média dos valores de densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa e volume total com casca relativo, representando o valor de importância das espécies levando em conta o volume.

3.10. Determinação de biomassa

De posse dos volumes por espécie obtidos dos inventários realizados em 2003 e 2007 e das densidades básicas da madeira e de casca das espécies, determinou-se a biomassa dos diferentes compartimentos dos indivíduos para cada espécie amostrada.

3.10.1. Biomassa das espécies coletadas

As estimativas de biomassa das espécies coletadas foram obtidas pelo produto da densidade básica média da madeira da i -ésima espécie (\bar{D}_{im}), ou densidade básica média da casca da i -ésima espécie (\bar{D}_{ic}), pelos seus respectivos volumes por hectare, empregando as seguintes equações:

$$B_{mi} = V_{mi} * \bar{D}_{mi} \quad \text{e} \quad B_{ci} = V_{ci} * \bar{D}_{ci}$$

em que

B_{mi} = biomassa de madeira da i -ésima espécie, em t;

B_{ci} = biomassa de casca da i -ésima espécie, em t;

V_{mi} = volume de madeira do tronco comercial da i -ésima espécie, em $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$;

V_{ci} = volume de casca da i -ésima espécie, em $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$;

\bar{D}_{mi} = densidade básica da madeira da i -ésima espécie, em g cm^{-3} ; e

\bar{D}_{ci} = densidade básica da casca da i -ésima espécie, em g cm^{-3} .

3.10.2. Biomassa das espécies não-coletadas

As estimativas de biomassas de madeira e de casca das espécies não-coletadas foram calculadas ao multiplicar a média das densidades básicas da madeira das espécies coletadas (\bar{D}_{am}), ou a média das densidades básicas da casca das espécies coletadas (\bar{D}_{ac}), pelos volumes de madeira ou de casca por hectare das espécies não-amostradas, obtidos dos inventários realizados em 2003 e 2007.

A equação é apresentada a seguir:

$$BNm = Vm * \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{v_i} \right)$$

$$BNc = Vc * \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{v_i} \right)$$

$$\bar{d}_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{m_j}{v_j}$$

em que

BNm = biomassa de madeira das espécies não-coletadas, em t;

BNc = biomassa de casca das espécies não-coletadas, em t;

Vm = volume de madeira das espécies não-coletadas, em m³;

Vc = volume de casca das espécies não-coletadas, em m³;

m_i = massa da amostra de madeira ou casca da i -ésima espécie a 0% de umidade, em g ou kg;

v_i = volume da amostra de madeira ou casca da i -ésima espécie a 0% de umidade, em cm³ ou em m³; e

n = número de espécies.

4.11. Estoque de carbono (C)

A partir dos dados de biomassa por espécie, foram estimados os estoques de carbono por compartimentos e por espécie (Brown et al., 1986; Goudriaan, 1992), mediante o emprego da seguinte expressão:

$$EC = 0,5 * B$$

em que

EC = Estoque de carbono, em t ha⁻¹;

B = biomassa, em t ha⁻¹; e

0,5 = fator de conversão de biomassa para carbono.

3.12. Conversão de carbono em dióxido de carbono (CO₂)

Os valores de carbono (C) obtidos foram convertidos em dióxido de carbono (CO₂) por compartimento e por espécie. O fator de conversão utilizado foi igual a 3,67, obtido pela razão entre a massa molecular do dióxido (CO₂), igual a 44 e a massa atômica do carbono (C), igual a 12 (BROWN *et al.*, 1986; HOEN e SOLBERG, 1994;

ORTIZ, 1997; RAMÍREZ *et al.*, 1997). Assim sendo, a quantidade de CO₂ capturado é estimada pela equação:

$$CO_2 = 3,67 * EC$$

em que

CO_2 = Captura de dióxido de carbono, em t ha⁻¹;

EC = Estoque de carbono, em t ha⁻¹; e

3,67 = fator de conversão de carbono para dióxido de carbono.

3.13. Biomassa das folhas

Para estimar o estoque de biomassa de folha, foi utilizado o fator de conversão de estoque de biomassa total com casca ($EBtcc$) para estoque de biomassa de folhas (EBf) igual a 0,0429, significando que a biomassa de folhas representa 4,29% da biomassa dos caules (tronco + galhos). Este valor foi citado por Drumond (1996), em estudos localizados em áreas de Mata Atlântica, região do Médio Rio Doce. Soares (1995) afirma que as folhas representam 2,11% da biomassa aérea de árvores de *Eucalyptus grandis*, em estudo realizado no município de Viçosa, MG.

Estudos realizados por Golley *et al.* (1978), em Floresta Tropical Úmida, demonstraram que as folhas representam 2,77% da biomassa aérea.

$$Bf = 0,0429 * Btcc$$

em que

Bf = estoque de biomassa de folhas, em t ha⁻¹;

$Btcc$ = estoque de biomassa total com casca, em t ha⁻¹; e

0,0429 = fator de conversão de biomassa total com casca para biomassa de folha.

3.14. Biomassa da parte aérea

A biomassa da parte aérea refere-se à biomassa de fuste (BF), de galhos (BG) e de folha (Bf) dos indivíduos adultos e foi estimada pela seguinte equação:

$$TBA = TBF + TBC + TBf$$

em que

TBA = total de biomassa arbórea da parte aérea, em $t\ ha^{-1}$;

TBC = total de biomassa da copa dos indivíduos adultos, em $t\ ha^{-1}$;

TBF = total de biomassa do fuste, em $t\ ha^{-1}$; e

TBf = total de biomassa de folhas, em $t\ ha^{-1}$.

3.15. Biomassa de árvores jovens e regeneração, cipós e palmeiras

Foram consideradas árvores jovens, todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com DAP menor que 5 cm. Com base em Higuchi (2004), foram atribuídos os seguintes valores para os estoques de biomassa dos compartimentos:

- Biomassa de árvores jovens (B_j) = $0,1 * TBA$

- Biomassa de palmeiras e cipós (B_{CP}) = $0,03 * TBA$

em que TBA é o total de biomassa da parte aérea dos indivíduos adultos (DAP \geq 5 cm); os indivíduos jovens (DAP < 5 cm) equivalem a 10% do TBA (0,1 TBA), e o estoque de palmeiras e cipós representa 3% do TBA (0,03 TBA).

3.16. Biomassa acima do solo

O total de biomassa acima do solo refere-se à soma dos estoques de biomassa da parte aérea ($BACS$), biomassa de árvores jovens (B_j) e biomassa de cipós e palmeiras (B_{CP}), dado pela equação abaixo:

$$TBACS = TBA + TBJ + TB_{CP}$$

$$TBACS = 1TBA + 0,1TBA + 0,03TBA$$

$$TBACS = 1,13TBA$$

em que

$TBACS$ = total de biomassa acima do solo, em $t\ ha^{-1}$;

TBA = total de biomassa da parte aérea, em $t\ ha^{-1}$;

TBJ = total de biomassa das árvores jovens, em $t\ ha^{-1}$;

TB_{CP} = total de biomassa de cipós e palmeiras, em $t\ ha^{-1}$; e

1,13 = fator de conversão de biomassa da parte aérea para biomassa acima do solo.

3.17. Biomassa de raízes

Com base nos estudos realizados por Golley et al. (1978), atribuiu-se que a biomassa de raízes representa cerca de 24% da biomassa total dos caules. Então,

$$BR=0,24*BF$$

em que:

BR = biomassa de raízes, em $t\ ha^{-1}$;

BF = biomassa do fuste, em $t\ ha^{-1}$; e

$0,24$ = fator de conversão de biomassa do fuste para biomassa de raiz.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização fitossociológica das Matas 1 e 2

Verifica-se que uma pequena parte da Mata 1 encontra-se em estágio inicial (25%) e médio de sucessão secundária (75% da área). A Mata 2 encontra-se totalmente em estágio médio de sucessão secundária.

Há, principalmente na Mata 1, alta infestação de cipós, gramíneas e bambuzóides nos extratos mais baixos da vegetação e na regeneração natural e, em alguns casos, suprimindo totalmente o banco de mudas e plântulas da mata, podendo inviabilizar a evolução da vegetação no futuro.

A Mata 2 apresenta maior diversidade ($H' = 3,7287$) em comparação com a Mata 1 ($H' = 3,607$), embora maior riqueza de espécies ocorra na Mata 1. A maior riqueza de espécies encontrada na Mata 1 está associada à maior área e à maior diversidade dos ambientes existentes (Tabela 3).

Das espécies encontradas, três são citadas na Lista de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção publicada pelo IBAMA e, ocorrem nas duas matas estudadas. São elas: Caviúna (*Dalbergia nigra*), Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) e Braúna (*Melanoxylon brauna*).

São encontradas nas duas matas estudadas 46 espécies arbóreas raras e 67 espécies arbóreas consideradas medicinais. Das 67 espécies consideradas medicinais encontradas nas matas estudadas, destacam-se: Paratudo (*Hortia arborea*), Folha-de-serra (*Sorocea bonplandii*), Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), Cinco-folhas

Tabela 3 – Índices de diversidade florística das Matas 1 e 2

Índices de Diversidade	Mata 1	Mata 2
Coefficiente de Mistura de JENSTCHT (QM) =	0,072	0,164
Índice de Diversidade de SHANNON WEAVER (H') =	3,607	3,7287
Índice de Diversidade de SIMPSON (C) =	0,053	0,043
Equabilidade de PIELOU (J') =	0,733	0,815

(*Sparattosperma leucanthum*), Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), Mama-de-porca (*Zanthoxylum riedelianum*), Caroba (*Jacaranda micrantha*), Angico (*Anadenanthera colubrina*), Guaçatonga (*Casearia decandra*), Copaíba (*Copaifera langsdorfii*), Poleiro-de-morcego (*Cordia sellowiana*), Adrago (*Croton urucurana*) e Pau-magro (*Cupania oblongifolia*), largamente utilizadas na região.

Nas duas áreas estudadas, foram identificadas 169 espécies arbóreas pertencentes a 103 gêneros de 48 famílias botânicas.

Na Mata 1, foram identificadas 137 espécies arbóreas pertencentes a 90 gêneros de 47 famílias botânicas, com valor de Shannon Weaver (H') igual a 3,607 nats ind⁻¹; densidade total (DTA) de 1805,71 ind ha⁻¹; dominância total de 15,94 m² ha⁻¹; e volume total com casca de 110,74 m³ ha⁻¹ (Tabelas 3 e 4).

Das 137 espécies identificadas, 34 foram coletadas, para determinação de densidade de madeira e casca, posto que atendiam a um número mínimo de cinco indivíduos e apresentavam os maiores valores de volume total com casca. Verifica-se (Tabela 4) que as 34 espécies contribuíram com 77,03% da densidade (DR); 73,19% do valor de dominância (DoR); 76,58% do volume total com casca; 75,10% do valor de cobertura (VC); 70,55% do valor de importância fitossociológica (VI); e 72,08% do valor de importância volumétrica (VIV). As demais espécies contribuíram com apenas 27,92% do valor de importância volumétrica (VIV).

Na Mata 2, foram identificadas 97 espécies arbóreas pertencentes a 72 gêneros de 38 famílias botânicas, densidade total (DTA) de 1976,70 ind ha⁻¹; dominância total de 24,00 m² ha⁻¹; e volume total com casca de 226,73 m³ ha⁻¹.

Das 97 espécies identificadas, 16 foram coletadas, posto que atendiam aos critérios de amostragem de densidades de madeira e casca. Verifica-se (Tabela 5) que as 16 espécies contribuíram com 58% da densidade (DR); 76,51% da dominância (DoR); 83,03% do volume total com casca; 67,27% do valor de cobertura (VC); 56,44% do valor de importância fitossociológica (VI); e 63,09% do valor de importância

Tabela 4 – Parâmetros da estrutura horizontal das espécies amostradas na Mata 1 em ordem decrescente de VIm

Espécies Amostradas														
Nome Científico	DAi	DoAi	FA	VoA	DRi	DoRi	FRi	VRi	VI	VI(%)	VC	VC(%)	VIV	VIV(%)
<i>Mabea fistulifera</i>	271,43	2,58	61,90	20,96	15,03	16,21	2,78	18,93	34,02	11,34	31,24	15,62	52,95	13,24
<i>Xylopia sericea</i>	178,10	1,35	61,90	9,01	9,86	8,45	2,78	8,14	21,09	7,03	18,31	9,16	29,23	7,31
<i>Apuleia leiocarpa</i>	102,86	1,26	57,14	11,07	5,70	7,92	2,56	10,00	16,18	5,39	13,62	6,81	26,18	6,54
<i>Ocotea lanata</i>	109,52	0,67	85,71	3,56	6,07	4,22	3,85	3,22	14,13	4,71	10,29	5,14	17,36	4,34
<i>Tapirira guianensis</i>	36,19	0,73	47,62	6,28	2,00	4,59	2,14	5,67	8,73	2,91	6,59	3,30	14,40	3,60
<i>Pouteria sp.</i>	72,38	0,26	66,67	1,60	4,01	1,64	2,99	1,45	8,64	2,88	5,65	2,82	10,09	2,52
<i>Cordia sellowiana</i>	40,00	0,38	76,19	2,09	2,22	2,38	3,42	1,89	8,01	2,67	4,59	2,30	9,91	2,48
<i>Cupania oblongifolia</i>	59,05	0,34	52,38	2,18	3,27	2,12	2,35	1,97	7,74	2,58	5,39	2,69	9,71	2,43
<i>Brosimum guianense</i>	47,62	0,33	61,90	2,15	2,64	2,05	2,78	1,95	7,47	2,49	4,69	2,34	9,42	2,35
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	54,29	0,25	57,14	1,53	3,01	1,57	2,56	1,38	7,14	2,38	4,58	2,29	8,52	2,13
<i>Astronium fraxinifolium</i>	40,00	0,30	47,62	2,15	2,22	1,91	2,14	1,95	6,26	2,09	4,12	2,06	8,22	2,05
<i>Lecythis lúrida</i>	32,38	0,27	61,90	2,03	1,79	1,68	2,78	1,83	6,25	2,08	3,48	1,74	8,08	2,02
<i>Myrcia fallax</i>	33,33	0,28	52,38	2,10	1,85	1,79	2,35	1,89	5,98	1,99	3,63	1,82	7,88	1,97
<i>Siparuna arianeae</i>	45,71	0,15	61,90	0,79	2,53	0,95	2,78	0,72	6,26	2,09	3,48	1,74	6,98	1,74
<i>Rollinia silvatica</i>	21,90	0,24	47,62	1,84	1,21	1,51	2,14	1,66	4,86	1,62	2,72	1,36	6,52	1,63
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	13,33	0,33	23,81	2,82	0,74	2,10	1,07	2,55	3,91	1,30	2,84	1,42	6,46	1,61
<i>Hortia arbórea</i>	13,33	0,23	33,33	1,90	0,74	1,45	1,50	1,72	3,68	1,23	2,19	1,09	5,41	1,35
<i>Eugenia sp.</i>	22,86	0,20	28,57	1,11	1,27	1,27	1,28	1,00	3,82	1,27	2,54	1,27	4,82	1,21
<i>Cecropia pachystachya</i>	19,05	0,22	23,81	1,39	1,05	1,36	1,07	1,25	3,48	1,16	2,41	1,21	4,73	1,18
<i>Inga stipularis</i>	13,33	0,16	42,86	1,08	0,74	0,98	1,92	0,97	3,64	1,21	1,72	0,86	4,61	1,15

Continua...

Tabela 4 – Parâmetros da estrutura horizontal das espécies amostradas na Mata 1 em ordem decrescente de VIm

Espécies Amostradas														
Nome Científico	DAi	DoAi	FA	VoA	DRi	DoRi	FRi	VRi	VI	VI(%)	VC	VC(%)	VIV	VIV(%)
<i>Guapira opposita</i>	29,52	0,13	28,57	0,60	1,64	0,84	1,28	0,54	3,75	1,25	2,47	1,24	4,30	1,08
<i>Copaifera langsdorffii</i>	13,33	0,20	23,81	1,35	0,74	1,23	1,07	1,22	3,04	1,01	1,97	0,99	4,26	1,07
<i>Casearia ulmifolia</i>	20,95	0,09	42,86	0,54	1,16	0,57	1,92	0,48	3,65	1,22	1,73	0,86	4,13	1,03
<i>Pouteria torta</i>	22,86	0,10	28,57	0,49	1,27	0,65	1,28	0,44	3,20	1,07	1,92	0,96	3,64	0,91
<i>Cecropia hololeuca</i>	11,43	0,11	28,57	0,57	0,63	0,71	1,28	0,51	2,62	0,87	1,34	0,67	3,13	0,78
<i>Connarus sp.</i>	12,38	0,05	42,86	0,23	0,69	0,30	1,92	0,21	2,91	0,97	0,99	0,49	3,12	0,78
<i>Solanum swartzianum</i>	15,24	0,09	14,29	0,43	0,84	0,59	0,64	0,39	2,07	0,69	1,43	0,72	2,46	0,62
<i>Matayba elaeagnoides</i>	5,71	0,08	19,05	0,81	0,32	0,50	0,85	0,73	1,67	0,56	0,81	0,41	2,40	0,60
<i>Chrysophyllum sp.1</i>	5,71	0,06	19,05	0,49	0,32	0,40	0,85	0,44	1,57	0,52	0,72	0,36	2,01	0,50
<i>Ocotea odorifera</i>	8,57	0,04	19,05	0,33	0,47	0,26	0,85	0,29	1,59	0,53	0,73	0,37	1,87	0,47
<i>Licania spicata</i>	6,67	0,06	14,29	0,47	0,37	0,41	0,64	0,42	1,42	0,47	0,77	0,39	1,84	0,46
<i>Machaerium triste</i>	3,81	0,02	19,05	0,12	0,21	0,10	0,85	0,11	1,16	0,39	0,31	0,15	1,27	0,32
<i>Dalbergia nigra</i>	4,76	0,04	9,52	0,32	0,26	0,28	0,43	0,29	0,97	0,32	0,54	0,27	1,26	0,32
<i>Licania sp.</i>	2,86	0,03	9,52	0,39	0,16	0,20	0,43	0,35	0,79	0,26	0,36	0,18	1,14	0,29
TOTAL	1390,46	11,63	1371,41	84,80	77,03	73,19	61,53	76,58	211,70	70,55	150,17	75,10	288,33	72,08
Espécies Não-Amostradas														
TOTAL	415,25	4,31	857,16	25,94	22,97	26,81	38,47	23,42	88,30	29,45	49,83	24,90	111,67	27,92
Total Mata 1														
TOTAL	1805,71	15,94	2228,57	110,74	100	100	100	100	300	100	200	100	400	100

DAi = densidade absoluta; DoAi = dominância absoluta (m² ha) FA = frequência absoluta; VoA = volume total com casca absoluto; DRi = densidade relativa; DoRi = dominância relativa; FRi = frequência relativa; VRi = volume total com casca relativo; VI = índice de valor de importância; VI(%) = índice de valor de importância em porcentagem; e VC = índice de valor de cobertura; VC (%) = índice de valor de cobertura em porcentagem; VIV = índice de valor de importância volumétrico; e VIV (%) = índice de valor de importância volumétrico em porcentagem.

Tabela 5 – Parâmetros da estrutura horizontal das espécies amostradas na Mata 2 em 2003, em ordem decrescente de Vim.

Espécies Amostradas														
Nome científico	DAi	DoAi	FA	VoA	DRi	DoRi	FRi	VRi	VI	VI(%)	VC	VC(%)	VIV	VIV(%)
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	73,30	6,852	83,33	12,60	3,71	28,53	2,42	5,56	34,65	11,55	32,24	16,12	40,22	10,05
<i>Mabea fistulifera</i>	280,00	3,02	100	10,02	14,17	12,57	2,9	4,42	29,64	9,88	26,74	13,37	34,06	8,52
<i>Brosimum guianense</i>	140,00	1,121	100	2,15	7,08	4,67	2,9	0,95	14,65	4,88	11,75	5,88	15,60	3,90
<i>Apuleia leiocarpa</i>	110,00	1,24	66,67	1,89	5,56	5,16	1,93	0,83	12,66	4,22	10,73	5,36	13,48	3,37
<i>Cupania oblongifolia</i>	36,70	1,076	66,67	9,29	1,85	4,48	1,93	4,10	8,27	2,76	6,33	3,17	12,36	3,09
<i>Tapirira guianensis</i>	13,30	1,265	50	1,62	0,67	5,27	1,45	0,72	7,39	2,46	5,94	2,97	8,11	2,03
<i>Pouteria torta</i>	96,70	0,623	83,33	3,36	4,89	2,59	2,42	1,48	9,9	3,3	7,48	3,74	11,38	2,85
<i>Myrcia fallax</i>	73,30	0,722	83,33	26,11	3,71	3,01	2,42	11,51	9,13	3,04	6,72	3,36	20,65	5,16
<i>Ocotea lanata</i>	86,70	0,425	83,33	2,00	4,38	1,77	2,42	0,88	8,57	2,86	6,15	3,08	9,45	2,36
<i>Rollinia silvatica</i>	53,30	0,385	66,67	5,80	2,7	1,6	1,93	2,56	6,23	2,08	4,3	2,15	8,79	2,20
<i>Lecythis lúrida</i>	43,30	0,347	83,33	88,55	2,19	1,44	2,42	39,06	6,05	2,02	3,64	1,82	45,11	11,28
<i>Ocotea odorifera</i>	40,00	0,325	83,33	3,20	2,02	1,35	2,42	1,41	5,79	1,93	3,38	1,69	7,20	1,80
<i>Connarus sp.</i>	33,30	0,284	83,33	2,47	1,69	1,18	2,42	1,09	5,28	1,76	2,87	1,43	6,38	1,59
<i>Cordia sellowiana</i>	33,30	0,249	66,67	4,96	1,69	1,04	1,93	2,19	4,65	1,55	2,72	1,36	6,85	1,71
<i>Dalbergia nigra</i>	23,30	0,159	66,67	3,35	1,18	0,66	1,93	1,48	3,78	1,26	1,84	0,92	5,25	1,31
<i>Machaerium triste</i>	10,00	0,285	33,33	10,89	0,51	1,19	0,97	4,80	2,66	0,89	1,69	0,85	7,47	1,87
Total	1146,50	18,378	1199,99	188,26	58	76,51	34,81	83,03	169,3	56,44	134,52	67,27	252,35	63,09
Espécies Não-Amostradas														
Total	830,20	5,62	2250,01	38,48	42,00	23,49	65,19	16,97	130,70	43,56	65,48	32,73	147,65	36,91
Total Mata 2														
Total	1976,70	24,00	3450,00	226,73	100	100	100	100	300	100	200	100	400	100

DAi = densidade absoluta; DoAi = dominância absoluta (m² ha) FA = frequência absoluta; VoA = volume total com casca absoluto; DRi = densidade relativa; DoRi = dominância relativa; FRi = frequência relativa; VRi = volume total com casca relativo; VI = índice de valor de importância; VI(%) = índice de valor de importância em porcentagem; e VC = índice de valor de cobertura; VC(%) = índice de valor de cobertura em porcentagem; VIV = índice de valor de importância volumétrico; e VIV(%) = índice de valor de importância volumétrico em porcentagem

4.2. Densidades e umidade de madeira e de casca das espécies amostradas

Os valores de densidade básica, densidade aparente e teor de umidade seca ao ar da madeira e casca das espécies coletadas são apresentados na Tabela 6.

Verifica-se (Tabela 6) que as médias da densidade aparente da casca e da madeira foram iguais a $0,81 \text{ g cm}^3$. Já a média das densidades básicas da madeira foi de $0,65 \text{ g cm}^3$ e da casca foi de $0,49 \text{ g cm}^3$, portanto a densidade básica da madeira foi maior do que a da casca. Mediante a aplicação do teste t, ao nível de significância de 5% ou 95% de probabilidade, verificou-se que as densidades básicas da madeira e da casca diferiram entre si, cujos valores de t calculado e tabelado foram, respectivamente, 6,385 e 2,045.

Apesar de haver diferenças significativas entre densidades de madeira e de casca, os estoques de biomassa, por espécie, em t ha^{-1} , calculados utilizando as densidades básicas da madeira e da casca e os estoques de biomassa calculados utilizando apenas densidade básica de madeira foram estatisticamente iguais segundo o teste qui-quadrado (χ^2), cujo valor calculado (0,3124) foi menor que o tabelado (43,773), ao nível de 95% de probabilidade.

O teste χ^2 , foi aplicado para comparar os estoques por hectare de biomassa calculados utilizando as densidades básicas da madeira e da casca por espécies com os estoques de biomassa calculados utilizando a média das densidades básicas da madeira, mostrou não haver diferenças significativas a 95% de probabilidade, tendo sido os valores de χ^2 calculado e tabelado de 2,0161 e 43,773, respectivamente.

Outra abordagem importante é o risco de empregar a densidade aparente no lugar da densidade básica quando se calcula a biomassa arbórea utilizando-se de dados de densidade de madeiras por espécie de pesquisas bibliográficas. Alguns trabalhos discriminam se é densidade básica ou densidade aparente. Outros não especificam claramente qual é a densidade. Por exemplo, Lorenzi (2002) não esclarece se os dados referem à densidade básica ou à densidade aparente. Pfeil (1989), FAO (2008) e EMBRAPA (2008) especificam que se trata de densidades aparente.

O estoque de biomassa da Mata 1 em 2003 calculado utilizando densidade básica foi de $70,92 \text{ t ha}^{-1}$ e utilizando densidade aparente foi de $90,39 \text{ t ha}^{-1}$, portanto o emprego da densidade aparente superestimou o estoque de biomassa em $19,47 \text{ t ha}^{-1}$ e em 5.295,84 t em 272 ha.

Tabela 6 – Valores de densidade básica (DB), densidade aparente (DA) e teor de umidade seca ao ar (TU) da madeira e casca das espécies amostradas (coleta: julho 2007)

Nome Científico	T. Umidade (%) Madeira	DB (g.cm ⁻³) Madeira	DA (g.cm ⁻³) Madeira	TU (%) Casca	DB (g.cm ⁻³) Casca	DA (g.cm ⁻³) Casca
<i>Apuleia leiocarpa</i>	8,9	0,69	0,86	14,48	0,60	0,97
<i>Astronium fraxinifolium</i>	14,39	0,55	0,68	19,54	0,48	0,88
<i>Brosimum guianense</i>	17,13	0,65	0,83	15,86	0,59	0,77
<i>Casearia ulmifolia</i>	17,07	0,68	0,86	14,35	0,55	0,85
<i>Cecropia hololeuca</i>	12,93	0,37	0,45	17,64	0,34	0,54
<i>Cecropia pachystachya</i>	11,77	0,37	0,45	17,67	0,41	0,58
<i>Chrysophyllum</i> sp.	14,65	0,73	0,88	indeterminada	indeterminada	indeterminada
<i>Connarus</i> sp.	12,09	0,82	0,96	17,28	0,52	0,76
<i>Copaifera langsdorffii</i>	13,51	0,58	0,72	15,91	0,63	0,88
<i>Cordia sellowiana</i>	9,53	0,41	0,5	15,02	0,44	0,64
<i>Cupania oblongifolia</i>	10,93	0,69	0,8	indeterminada	indeterminada	indeterminada
<i>Dalbergia nigra</i>	12,37	0,71	0,87	25,91	0,43	0,80
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	11,93	0,69	0,9	15,56	0,57	indeterminada
<i>Eugenia</i> sp.	15,52	0,82	1,03	14,72	0,46	0,81
<i>Guapira opposita</i>	11,55	0,49	0,6	indeterminada	indeterminada	indeterminada
<i>Hortia arborea</i>	13,01	0,83	1,08	16,23	0,49	0,71
<i>Inga stipularis</i>	14,49	0,61	0,79	17,48	0,54	0,79

4.2.1. Agrupamento das espécies

A Figura 17 representa o dendrograma produzido pelo emprego da matriz de espécie *versus* densidade básica da madeira, critério de agrupamento distância euclidiana e algoritmo de agrupamento de média balanceada. Os números no eixo vertical representam as percentagens das distâncias euclidianas que, segundo propriedades, variam de 0,37 (máxima similaridade) a 2,25 (máxima dissimilaridade), e cujas percentagens variam de 0 a 100%. As espécies estão representadas por códigos numéricos no eixo horizontal (observações). Os pontos de bifurcação entre dois ramos, lidos no eixo vertical, indicam a semelhança entre duas espécies.

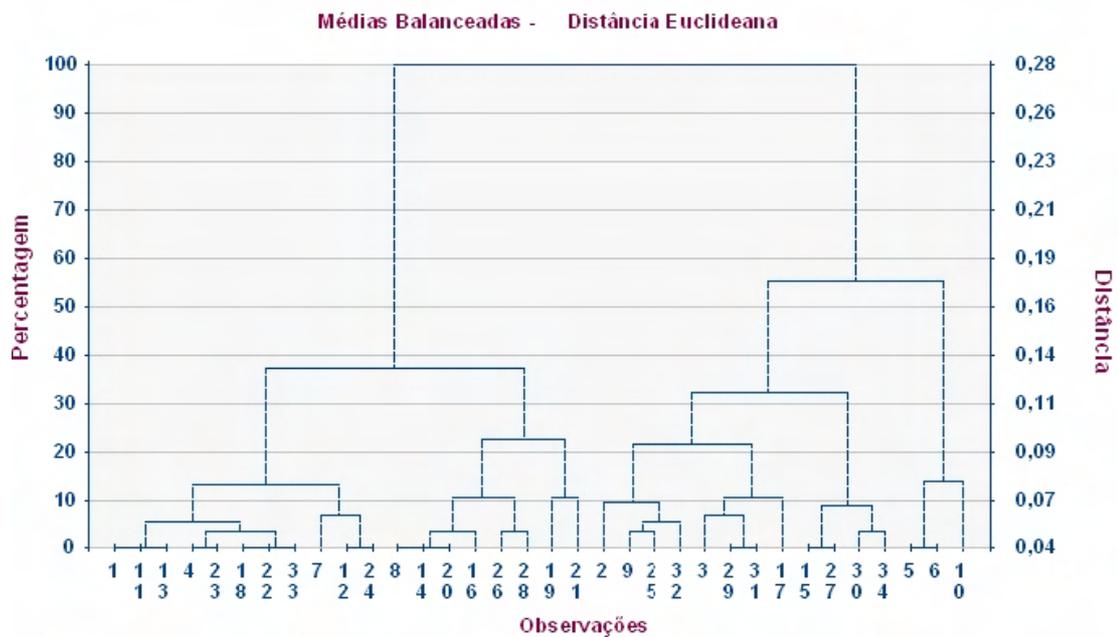


Figura 17 – Dendrograma obtido das matrizes espécies x densidade aparente da madeira

O exame do dendrograma mostra, no nível de corte de 30%, a formação de 5 (cinco) grupos homogêneos de espécies em termos de densidade básica da madeira. A análise discriminante (Tabela 7) mostrou que as classificações obtiveram 94,12% de acerto e que os cinco agrupamentos de espécies são distintos (Tabela 8) (SOUZA *et al.*, 1990).

Tabela 7 – Grupos de espécies por densidade básica da madeira

Nome Científico	Densidade Básica (g cm ⁻³)	Média (g cm ⁻³)	Desvio-Padrão	Grupo
<i>Licania</i> sp.	0,76	0,82	0,03	1
<i>Mabea fistulifera</i>	0,79			
<i>Connarus</i> sp.	0,82			
<i>Eugenia</i> sp.	0,82			
<i>Licania spicata</i>	0,82			
<i>Hortia arborea</i>	0,83			
<i>Pouteria</i> sp.	0,85			
<i>Ocotea lanata</i>	0,86			
<i>Solanum swartzianum</i>	0,57	0,60	0,03	2
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,58			
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	0,59			
<i>Inga stipularis</i>	0,61			
<i>Pouteria torta</i>	0,63			
<i>Siparuna arianeae</i>	0,63			
<i>Cecropia hololeuca</i>	0,37	0,38	0,02	3
<i>Cecropia pachystachya</i>	0,37			
<i>Cordia sellowiana</i>	0,41			
<i>Brosimum guianense</i>	0,65	0,69	0,02	4
<i>Lecythis lurida</i>	0,67			
<i>Machaerium triste</i>	0,67			
<i>Tapirira guianensis</i>	0,67			
<i>Casearia ulmifolia</i>	0,68			
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,68			
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,69			
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,69			
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,69			
<i>Dalbergia nigra</i>	0,71			
<i>Myrcia fallax</i>	0,71			
<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,73			
<i>Guapira opposita</i>	0,49	0,51	0,02	5
<i>Ocotea odorifera</i>	0,49			
<i>Xylopia sericea</i>	0,51			
<i>Rollinia silvatica</i>	0,52			
<i>Astronium fraxinifolium</i>	0,55			

Tabela 8 – Espécies classificadas por grupo de densidade básica da madeira, 94,12% de acerto

Grupos	Grupos				
	1	2	3	4	5
1	8 espécies	0	0	0	0
	100.00 %	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0	6 espécies	0	1 espécie	1 espécie
	0.00	75.00%	0.00	12,50%	12,50%
3	0	0	3 espécies	0	0
	0.00	0.00	100.00%	0.00	0.00
4	0	0	0	11 espécies	0
	0.00	0.00	0.00	100.00%	0.00
5	0	0	0	0	4 espécies
	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00%
Total	8	6	3	12	5

4.3. Estoques na Mata 1

Verifica-se que no ano de 2007 os estoques de madeira e de casca dos troncos e galhos foi de 31465,46 m³ em 272 ha, ou seja, 115,68 m³ ha⁻¹. Entre os anos 2002 e 2007 houve um acréscimo de 13,40 m³ ha⁻¹ de volume total com casca, isto é, um crescimento de a 2,68 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

O estoque de biomassa em 272 ha de 18.815,88 t em 2002 evoluiu para 19.963,11 t em 2007, tendo crescimento de 229,45 t ano⁻¹.

A biomassa total com casca, em 2007, foi de 73,39 t ha⁻¹, semelhante ao valor encontrado por Drumond (1996) em floresta Estacional Semidecidual pertencente ao Bioma Mata Atlântica, Vale do Rio Doce, cuja biomassa total aérea foi igual a 112,00 t ha⁻¹.

O estoque de biomassa de galhos e de troncos em 2007, foi de 17,44 t ha⁻¹ e 55,96 t ha⁻¹. Drumond (1996) estimou o estoque de biomassa de galhos em 14,3 t ha⁻¹ e de tronco em 93,3 t ha⁻¹.

Em 2007, o estoque de carbono foi de 36,70 t ha⁻¹, totalizando 134,68 t ha⁻¹ de seqüestro de dióxido de carbono, 9.981,55 t de carbono e 36.632,30 t de seqüestro dióxido de carbono em 272 ha (Tabela 9).

Tabela 9 – Quantificação dos estoques de volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono nos anos de 2002 e de 2007; crescimento entre os anos de 2002 e 2007; e crescimentos dos estoques por ano, por hectare e na área total (272 ha) da Mata 1

Parâmetros	Estoques de Volume				Crescimento de Volume			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 272 ha	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 272 ha	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 272 ha	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 272 ha
TCC	102,28	27820,77	115,68	31465,46	13,40	3644,69	2,68	728,94
FCC	78,21	21272,35	88,18	23984,35	9,97	2712,00	1,99	542,40
FSC	64,41	17518,30	72,11	19614,01	7,70	2095,71	1,54	419,14
Fcasca	13,80	3754,04	16,07	4370,34	2,27	616,30	0,45	123,26
GCC	24,08	6548,43	27,50	7481,11	3,43	932,68	0,69	186,54
GSC	19,83	5394,69	22,66	6163,05	2,82	768,36	0,56	153,67
Gcasca	4,24	1153,73	4,85	1318,06	0,60	164,32	0,12	32,86
Parâmetros	Estoques de Biomassa				Crescimento de Biomassa			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha
TCC	69,18	18815,88	73,39	19963,11	4,22	1147,23	0,84	229,45
FCC	52,83	14368,87	55,96	15220,54	3,13	851,66	0,63	170,33
FSC	46,06	12529,39	48,08	13079,07	2,02	549,68	0,40	109,94
Fcasca	6,76	1839,48	7,87	2141,47	1,11	301,98	0,22	60,40
GCC	16,35	4447,00	17,44	4742,57	1,09	295,57	0,22	59,11
GSC	14,27	3881,67	15,06	4096,72	0,79	215,05	0,16	43,01
Gcasca	2,08	565,33	2,37	645,85	0,30	80,52	0,06	16,10
Parâmetros	Estoques de Carbono				Crescimento de Carbono			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha
TCC	34,59	9407,94	36,70	9981,55	2,11	573,62	0,42	114,72
FCC	26,41	7184,44	27,98	7610,27	1,57	425,83	0,31	85,17
FSC	23,03	6264,70	24,04	6539,54	1,01	274,84	0,20	54,97
Fcasca	3,38	919,74	3,94	1070,73	0,56	150,99	0,11	30,20
GCC	8,17	2223,50	8,72	2371,28	0,54	147,78	0,11	29,56
GSC	7,14	1940,84	7,53	2048,36	0,40	107,52	0,08	21,50
Gcasca	1,04	282,66	1,19	322,92	0,15	40,26	0,03	8,05
Parâmetros	Seqüestro de Dióxido de Carbono				Seqüestro de Dióxido de Carbono			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha	t ha ⁻¹	t em 272 ha
TCC	126,94	34527,14	134,68	36632,30	7,74	2105,17	1,55	421,03
FCC	96,94	26366,88	102,68	27929,69	5,75	1562,80	1,15	312,56
FSC	84,53	22991,44	88,24	24000,10	3,71	1008,66	0,74	201,73
Fcasca	12,41	3375,45	14,45	3929,59	2,04	554,14	0,41	110,83
GCC	30,00	8160,25	31,99	8702,61	1,99	542,36	0,40	108,47
GSC	26,19	7122,87	27,64	7517,48	1,45	394,61	0,29	78,92
Gcasca	3,81	1037,38	4,36	1185,13	0,54	147,75	0,11	29,55

FCC = fuste com casca; FSC = fuste sem casca; Fcasca = casca do fuste; GCC = galho com casca; GSC = galho sem casca; Gcasca = casca do galho; e TCC = total com casca.

Segundo Fernandes *et al.* (2007), ao final de 12 anos, um plantio de *Hevea* sp. localizado na Zona da Mata Mineira seqüestrou, em média, 62,10 t ha⁻¹ de carbono em sua biomassa viva.

Analisando o acréscimo anual de dióxido de carbono nota-se que, decorridos cinco anos, os valores estocados aumentaram 7,74 t ha⁻¹, representando um seqüestro anual de 1,55 t ha⁻¹ ano⁻¹ de dióxido de carbono.

As plantações tropicais, principalmente de *Eucalyptus* sp., *Tectona grandis* e *Pinus* sp., possuem um potencial de fixação de carbono entre 2,7 e 9,6 t ha⁻¹ ano⁻¹ (BRONW *et al.*, 1986). Ramírez *et al.* (1997) determinaram a taxa de fixação de carbono de 7,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ em plantações florestais na Costa Rica.

Ortiz (1997) encontrou, em florestas secundárias da Costa Rica, depois de 20 anos, uma taxa média de fixação de carbono na biomassa aérea de 3,76 t ha⁻¹ ano⁻¹.

A distribuição do número de indivíduos por hectare e por classe de DAP apresentou tendência de “J” invertido, porém, desbalanceada (Figura 18A). Em 2002, o número de indivíduos foi de aproximadamente 1.933 ind ha⁻¹ e em 2007 de 1.806 ind ha⁻¹, apresentando *ingrowth* ou ingresso igual a 127 ind ha⁻¹. Os maiores estoques de volume e biomassa (74%) estão concentrados nas classes diamétricas de 7,5 cm a 17,5 cm (Figuras 18B e 18C).

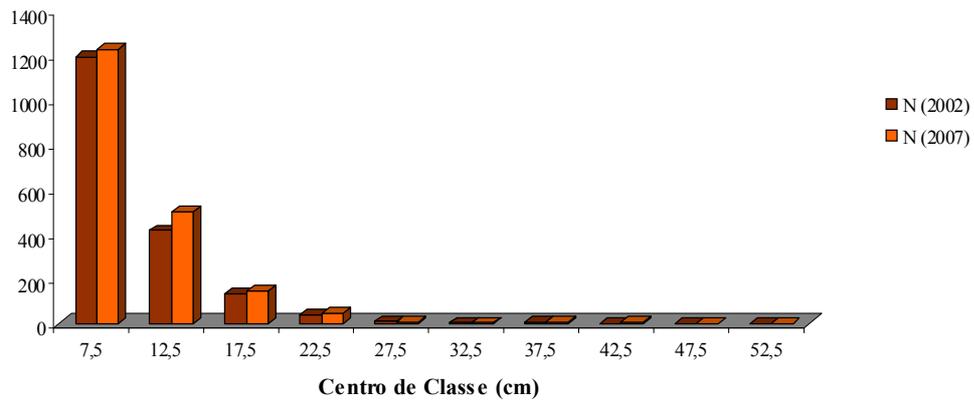
As espécies que, no período de 2002 a 2007, mais contribuíram para o crescimento em biomassa foram: *Xylopia sericea* (28,9%), *Mabea fistulifera* (7,6%), *Plathymenia foliolosa* (5,0%), *Ocotea lanata* (4,1%), *Pseudopiptadenia contorta* (3,7%), *Astronium fraxinifolium* (3,1%), *Prunus sellowii* (3,0%), *Brosimum guianense* (3,0%), *Lecythis lurida* (2,9%) e *Sterculia chicha* (2,7%).

4.4. Estoques na Mata 2

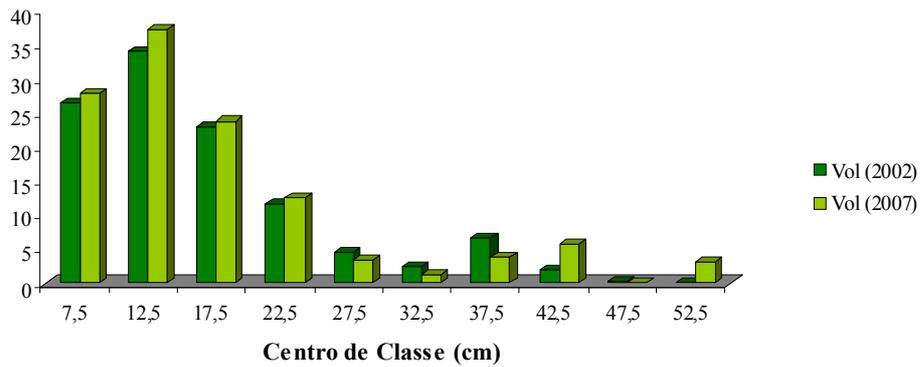
Na Mata 2, o estoque de volume total com casca (Tabela 10) foi, em 2002, 222,63 m³ ha⁻¹ e em 2007, de 245,66 m³ ha⁻¹, com crescimento de 4,61 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

Os estoques de biomassa total com casca foram de 138,90 t ha⁻¹ e 152,35 t ha⁻¹, respectivamente, em 2002 e 2007, com crescimento de 2,69 t ha⁻¹ ano⁻¹.

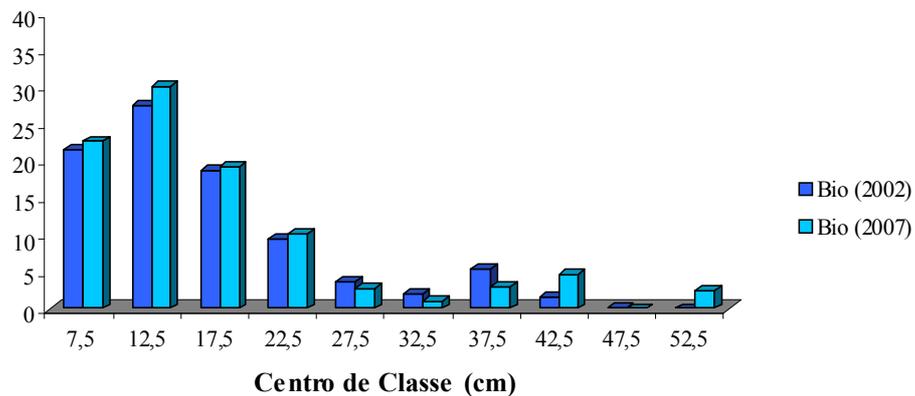
Os estoques de carbono foram estimados em 69,45 t ha⁻¹ para 2002 e em 76,17 t ha⁻¹ para 2007, com crescimento de 1,34 t ha⁻¹ ano⁻¹. Já o seqüestro de CO₂ foi de 254,88 t ha⁻¹ em 2002 e de 279,55 t ha⁻¹ em 2007.



(A)



(B)



(C)

Figura 18 – Distribuição por centro de classe diamétrica do número de indivíduos (N) por hectare (A); dos estoques de volume total com casca (vol), em $m^3 ha^{-1}$ (B); e biomassa total com casca (Bio), em $t ha^{-1}$ (C), da Mata 1 nos anos de 2002 e 2007.

Tabela 10 – Quantificação dos estoques de volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono nos anos de 2002 e de 2007; crescimento entre os anos de 2002 e 2007; e crescimentos dos estoques por ano, por hectare e na área total (30 ha) da Mata 2

Parâmetros	Estoques de Volume				Crescimento de Volume			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 30 ha	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 30 ha	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 30 ha	m ³ ha ⁻¹	m ³ em 30 ha
TCC	222,63	6679,02	245,66	7369,81	23,03	690,79	4,61	138,16
FCC	181,03	5431,01	199,38	5981,54	18,35	550,53	3,67	110,11
FSC	154,35	4630,45	168,79	5063,83	14,45	433,37	2,89	86,67
Fcasca	26,69	800,56	30,59	917,71	3,91	117,16	0,78	23,43
GCC	41,60	1248,01	46,28	1388,27	4,68	140,26	0,94	28,05
GSC	34,27	1028,13	38,12	1143,68	3,85	115,55	0,77	23,11
Gcasca	7,33	219,88	8,15	244,59	0,82	24,71	0,16	4,94
Parâmetros	Estoques de Biomassa				Crescimento de Biomassa			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	t ha ⁻¹	t em 30 ha	t ha ⁻¹	t em 30 ha	t ha ⁻¹	t em 30 ha	t ha ⁻¹	t em 30 ha
TCC	138,90	4167,02	152,35	4570,36	13,44	403,34	2,69	80,67
FCC	112,75	3382,56	123,43	3703,04	10,68	320,48	2,14	64,10
FSC	99,68	2990,28	108,45	3253,36	8,77	263,08	1,75	52,62
Fcasca	13,08	392,27	14,99	449,68	1,91	57,41	0,38	11,48
GCC	26,15	784,46	28,91	867,32	2,76	82,86	0,55	16,57
GSC	22,56	676,72	24,03	720,99	1,48	44,27	0,30	8,85
Gcasca	3,59	107,74	4,88	146,33	1,29	38,59	0,26	7,72
Parâmetros	Estoques de Carbono				Crescimento de Carbono			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	t ha ⁻¹	t em 30 ha	t ha ⁻¹	t em 30 ha	t ha ⁻¹	t em 30 ha	t ha ⁻¹	t em 30 ha
TCC	69,45	2083,51	76,17	2285,18	6,72	201,67	1,34	40,33
FCC	56,38	1691,28	61,72	1851,52	5,34	160,24	1,07	32,05
FSC	49,84	1495,14	54,22	1626,68	4,38	131,54	0,88	26,31
Fcasca	6,54	196,14	7,49	224,84	0,96	28,70	0,19	5,74
GCC	13,07	392,23	14,46	433,66	1,38	41,43	0,28	8,29
GSC	11,28	338,36	12,02	360,50	0,74	22,14	0,15	4,43
Gcasca	1,80	53,87	2,44	73,16	0,64	19,29	0,13	3,86
Parâmetros	Seqüestro de Dióxido de Carbono				Seqüestro de Dióxido de Carbono			
	2002		2007		Entre 2007-2002		Por Ano	
	t.ha ⁻¹	t em 30 ha						
TCC	254,88	7646,48	279,55	8386,60	24,67	740,13	4,93	148,03
FCC	206,90	6206,99	226,50	6795,08	19,60	588,09	3,92	117,62
FSC	182,91	5487,17	199,00	5969,91	16,09	482,74	3,22	96,55
Fcasca	23,99	719,82	27,51	825,16	3,51	105,34	0,70	21,07
GCC	47,98	1439,49	53,05	1591,53	5,07	152,04	1,01	30,41
GSC	41,39	1241,78	44,10	1323,02	2,71	81,24	0,54	16,25
Gcasca	6,59	197,71	8,95	268,51	2,36	70,80	0,47	14,16

FCC = fuste com casca; FSC = fuste sem casca; Fcasca = casca do fuste; GCC = galho com casca; GSC = galho sem casca; Gcasca = casca do galho; e TCC = total com casca.

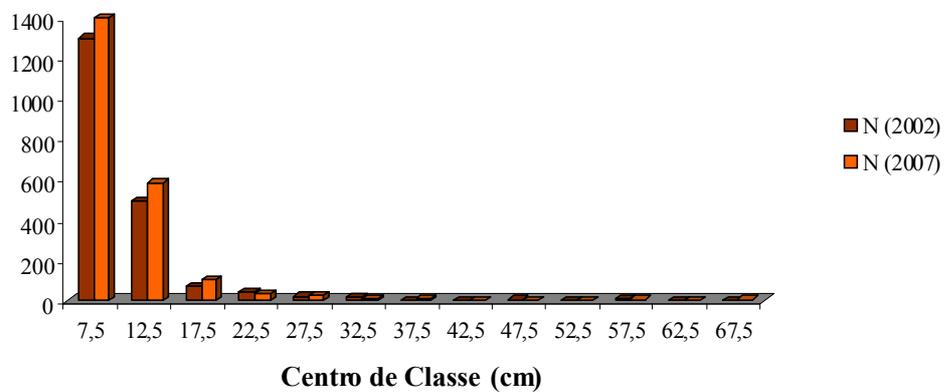
Segundo Santos *et al.* (2004), em trabalho apresentado sobre estimativa da biomassa seca acima do solo e estoque de carbono de sistemas agroflorestais (SAF) estudados nas várzeas do rio Juba, Cametá, Pará, a biomassa seca dos SAF foi de 298,44 t ha⁻¹. A biomassa média acima do solo presente nas florestas primárias na Amazônia brasileira é de 354 t ha⁻¹ e 28 t ha⁻¹ dessa biomassa está morta (FEARNSIDE, 2002).

Nos 30 ha da Mata 2, do total de 2285,18 t de carbono, 1.987,18 t estão estocados na madeira e 298,00 t na casca. O total de dióxido de carbono estocado na Mata 2 em 2007 foi de 8.386,60 t.

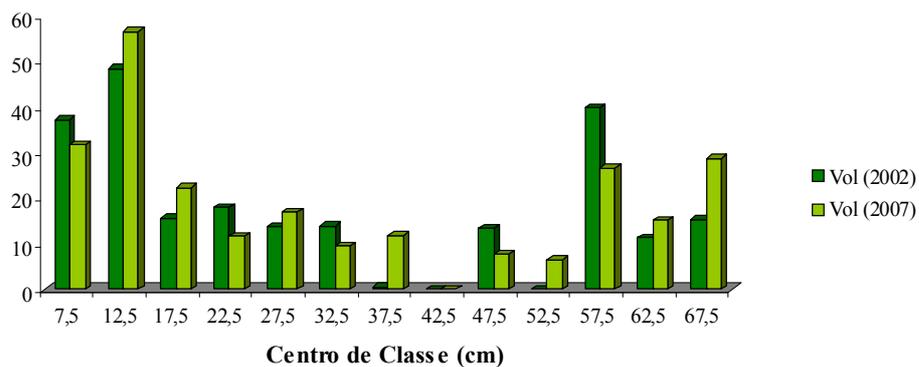
Ortiz (1997), estudando florestas secundárias com idade superior a 20 anos, na Costa Rica, encontrou uma taxa média de fixação de carbono na biomassa aérea de 3,76 t ha⁻¹ ano⁻¹. Dixon (1995) afirma que os sistemas de uso da terra como os agroecossistemas, sistemas silviculturais ou agroflorestais bem manejados podem estocar até 228 t ha⁻¹ de carbono, incluindo o retido no solo.

As espécies que no período de 2002 a 2007 mais contribuíram para o crescimento em biomassa foram: *Pseudopiptadenia contorta* (51,23%); *Brosimum guianense* (6,1%); *Ocotea odorífera* (5,2%); *Pouteria torta* (4,3%); *Machaerium triste* (3,9%); *Lecythis lúrida* (2,36%); *Erythroxylum pelleterianum* (1,94%); *Cupania oblongifolia* (1,9%); *Tapirira guianensis* (1,6%); e *Licania spicata* (1,6%).

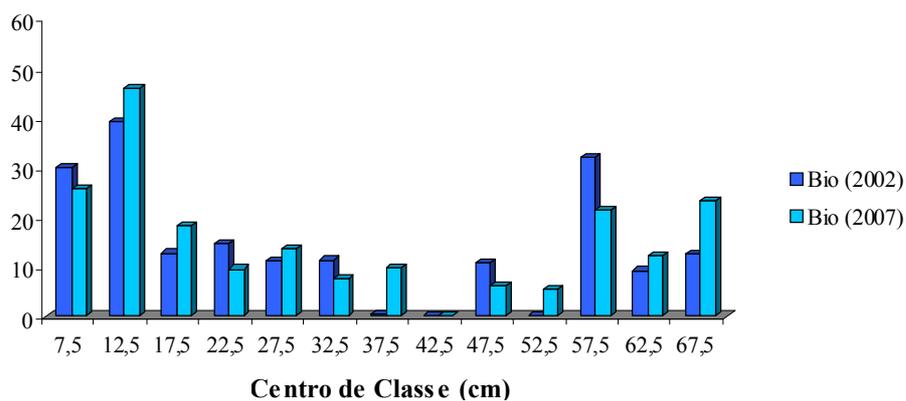
A distribuição diamétrica apresentou tendência em “J” invertido, porém desbalanceada (Figura 19A). Em 2002, o número de indivíduos por hectare foi de aproximadamente 1977 ind ha⁻¹, e em 2007 foi de 2193 ind ha⁻¹, sendo o “ingrowth” igual a 216 ind ha⁻¹. Apesar do pequeno número de árvores nas últimas classes diamétricas, os estoques de volume (m³ ha⁻¹) e biomassa (t ha⁻¹) são representativos (30%) entre as classes diamétricas de 57,5 cm a 67,5 cm (8% dos indivíduos) (Figuras 19B e 19C).



(A)



(B)



(C)

Figura 19 – Distribuição por centro de classe diamétrica do número de indivíduos (N) por hectare (A); dos estoques de volume total com casca (vol), em $m^3 ha^{-1}$ (B); e biomassa total com casca (Bio), em $t ha^{-1}$ (C), da Mata 2 nos anos de 2002 e 2007.

4.5. Distribuição da biomassa

4.5.1. Madeira e casca do tronco e galhos

Observa-se (Tabela 11), na Mata 1, que o fuste com casca (FCC) totalizou 76,24% e os galhos com casca (GCC) 23,76% da biomassa total com casca (TCC). Separando a madeira da casca, verifica-se que o fuste sem casca (FSC) foi o que mais contribuiu para o percentual de biomassa, com 65,52%, seguido do galho sem casca (GSC) com 20,52%, da casca do fuste (Fcasca) com 10,73% e da casca do galho (Gcasca) com 3,24% (Figura 20).

Tabela 11 – Percentuais médios de biomassa dos componentes da parte aérea, excluindo-se folhas, nas áreas Mata 1 e Mata 2 em 2007

Parâmetros	Mata 1		Mata 2	
	Biomassa t ha ⁻¹	Biomassa %	Biomassa t ha ⁻¹	Biomassa %
FCC	55,96	76,24	123,43	81,02
FSC	48,08	65,52	108,45	71,18
Fcasca	7,87	10,73	14,99	9,84
GCC	17,44	23,76	28,91	18,98
GSC	15,06	20,52	24,03	15,78
Gcasca	2,37	3,24	4,88	3,20
TCC	73,39	100,00	152,35	100,00

FCC = biomassa de fuste com casca; FSC = biomassa do fuste sem casca; Fcasca = biomassa de casca do fuste; GCC = biomassa de galho com casca; GSC = biomassa de galho sem casca; Gcasca = biomassa de casca do galho; e TCC = biomassa total com casca.

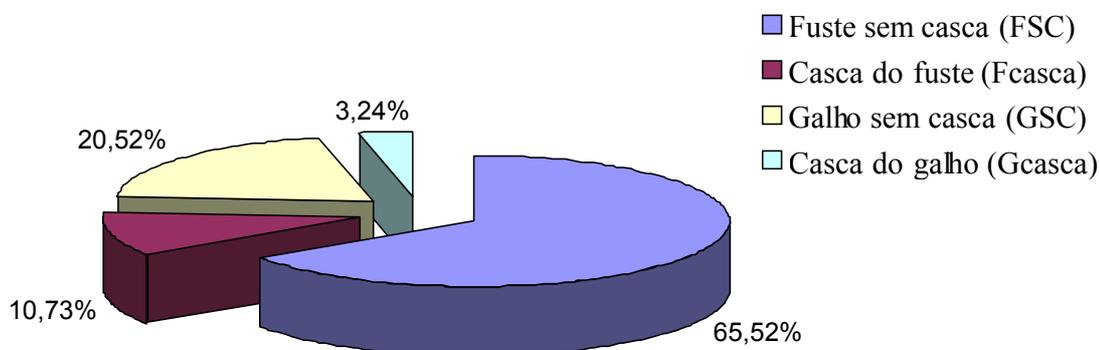


Figura 20 – Percentagem de biomassa das diferentes secções das árvores presentes na Mata 1 em 2007.

Na Mata 2, verificou-se (Tabela 11) que o fuste com casca contribuiu com 81,02% do volume total e os galhos com casca com 18,98%. Em ordem decrescente de contribuição, os componentes foram: fuste sem casca (71,18%), galho sem casca (15,78%), casca do fuste (9,84%) e casca do galho (3,20%) (Figura 21).

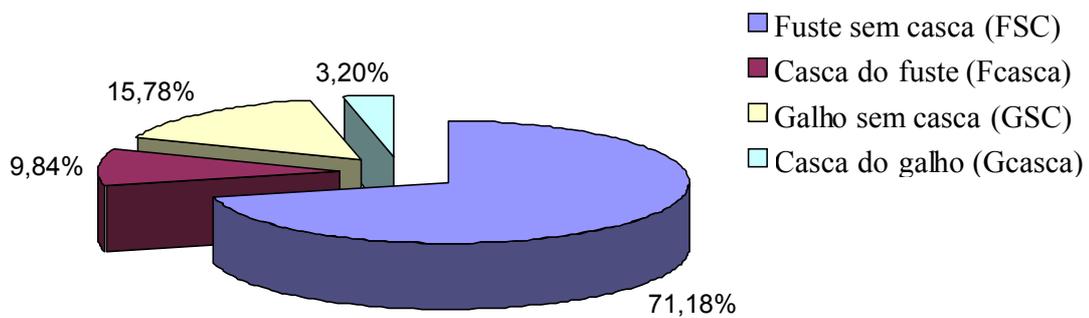


Figura 21 – Porcentagem de biomassa das diferentes secções das árvores presentes na Mata 2 em 2007.

Em ambas as áreas o tronco foi o compartimento que mais contribuiu com a biomassa total, cujo resultado é compatível com Soares (1995).

Drumond (1996) verificou a seguinte distribuição da biomassa nos componentes arbóreos: lenho (77,5%), galhos (12,8%) e folha (3,6%).

Comparando as duas áreas, observa-se que a Mata 2 apresentou maior acúmulo de biomassa total que a Mata 1 e que a biomassa do tronco aumentou e a do galho diminuiu, confirmando que a Mata 2 está em estágio mais evoluído de sucessão.

Watzlawick *et al.* (2002) mostraram que os diferentes compartimentos têm participações diferentes, dependendo do estágio de sucessão. No estágio inicial, o maior percentual é de raízes (27%), seguido da madeira (23%), dos galhos vivos (20%) e do subdossel (17%). No estágio médio, o maior percentual é de madeira (30%), seguido dos galhos vivos (26%) e da casca (9%). À medida que evolui o estágio de sucessão, aumentam os estoques de biomassa e carbono. Contudo, as contribuições dos estoques por compartimento podem diferir muito entre comunidades em diferentes estágios de sucessão.

4.6. Distribuição de carbono acima do solo e na raiz

Utilizando-se de dados de literatura, foram estimados os estoques de biomassa dos compartimentos que não foram contemplados nos inventários: folhas, árvores jovens (DAP < 5 cm), palmeiras, cipós e raízes (Tabelas 12).

Tabela 12 – Percentuais médios de carbono e dióxido de carbono acima e abaixo do solo das áreas Mata 1 e Mata 2

Parâmetros	Mata 1		Mata 2	
	Carbono t ha ⁻¹	%	Carbono t ha ⁻¹	%
Fuste com casca	27,98	56,00	61,72	59,01
Galho com casca	8,72	17,45	14,46	13,82
Folha	1,57	3,15	3,27	3,12
Regeneração	3,83	7,66	7,94	7,60
Palmeiras + cipós	1,15	2,30	2,38	2,28
Acima do solo	43,25	86,56	89,77	85,84
Raiz	6,71	13,44	14,81	14,16
Total	49,96	100,00	104,58	100,00

Fuste cc = fuste com casca; e Galho cc = galho com casca.

As Figuras 22 e 23 apresentam as porcentagens de cada compartimento da floresta em relação ao estoque de carbono. Na Figura 22, referente à Mata 1, observa-se que a maior porcentagem de carbono está estocada no fuste com casca (52,26%), seguido pelo galho com casca (17,49%). A Mata 2 também segue este padrão de distribuição, porém o valor percentual de contribuição de acúmulo de carbono no fuste com casca aumentou (59,23%), enquanto no galho com casca diminuiu (13,90%) (Figura 23). A Mata 2 apresentou maior valor de biomassa e carbono por hectare que a Mata 1.

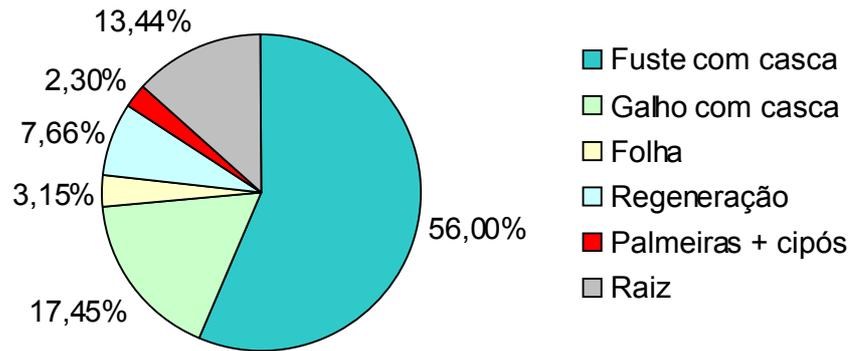


Figura 22 – Percentual de carbono nos diferentes compartimentos da Mata 1 em 2007.

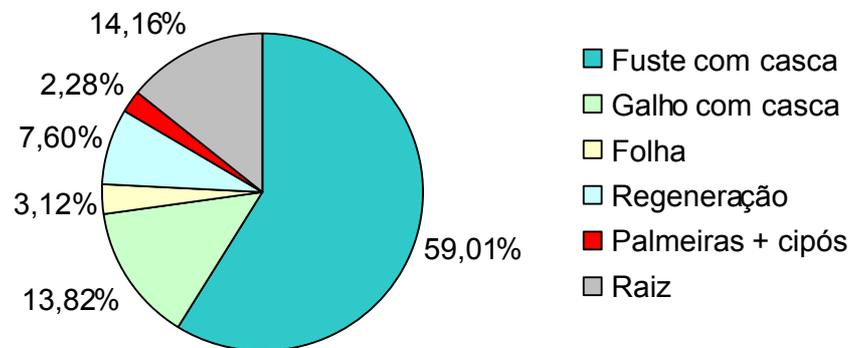


Figura 23 – Percentual de carbono nos diferentes compartimentos da Mata 2 em 2007.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados e discutidos, as seguintes conclusões foram obtidas:

- A porcentagem de espécies que possuem grande representatividade em relação ao volume total da área é baixa, em média 20% das espécies representam 80% do volume total com casca.

- As densidades básicas de casca e de madeira são estatisticamente diferentes, apesar disto os estoques de biomassa calculados utilizando densidades básicas de madeira e casca não diferem estatisticamente do estoque de biomassa calculado utilizando apenas densidade básica da madeira e da biomassa calculada utilizando média da densidade básica da madeira.

- O calculo da biomassa utilizando densidade aparente ao invés de densidade básica superestima os valores em aproximadamente 27%.

- A Mata 2 apresentou maiores valores de volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono que a Mata 1. Esta constatação e o fato de a porcentagem relativa do tronco ser maior e a da copa ser menor na Mata 2 podem indicar que esta última se encontra em estágio de sucessão mais avançado.

- O seqüestro de dióxido de carbono, referente ao volume total com casca (VTCC), no ano de 2007 da Mata 1 foi de 36.632,30 t e da Mata 2 foi de 8386,60 t.

- Quanto à importância das diferentes espécies dos povoamentos em relação ao acréscimo de biomassa, conclui-se que na Mata 1 a espécie *Xylopia sericea* foi a que se destacou, contribuindo com 28,95% da biomassa estocada entre os anos de 2002 e 2007; na Mata 2, a espécie que apresentou maior contribuição foi *Pseudopiptadenia contorta* sendo responsável por 51,23% do acréscimo de biomassa nesta área.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projetos de estruturas da madeira. 1997. 107 p.

AB’SÁBER, A.; GOLDEMBERG, J.; RODÉS, L.; ZUKAUF, W. **Identificação de áreas para o reflorestamento no espaço do Brasil**. São Paulo: Estudos Avançados da USP (Projeto Floram), v. 4, n. 9, n. p. 63-119, 1990.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia dos organismos**: A diversidade dos seres vivos – Anatomia e fisiologia de plantas e de animais. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 617 p.

ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. **Estudos da situação de biomassa e nutrientes de um reflorestamento de quatro anos com *Eucalyptus saligna* Smith em Santa Maria**. Pesquisas Austro-Brasileiras 1973-1982. UFSM, Santa Maria, 1979.

ANDRAE, F. **Segundo inventário de biomassa e nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus saligna* no Sul do Brasil**. Pesquisas Austro-Brasileiras 1973-1982. UFSM, Santa Maria, 1982.

ANFPC – Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose. **Relatório Anual**, São Paulo. Relatórios dos anos de 1989, 1990, 1991, 1992, 1993 e 1994.

BAIRD, C. Química ambiental. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. BNDES e MCT **Efeito estufa e a convenção sobre o clima**. Brasília – DF, 1999. 40 p.

BASHKIN, M. A.; BINKLEY, D. Changes in soil carbon following afforestation in Hawaii. **Ecology**, v. 79, n. 3, p. 828-833, 1998.

BATJES, N. H.; SOMBROEK, W. G. Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soil. **Global Change Biology**, v. 3, p. 161-173, 1997.

BERNER, R. A.; LASAGA, A. C. Modeling the geochemical carbon cycle. **Scientific American**, v. 3, 260 p. 1989.

BOLIN, B. **The green house effect: climatic change and ecosystems**. Chichester: John Wiley e Sons. Scope, 29. 1989.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão: 2. densidade da madeira x densidade do carvão. **Serie técnica IPEF**, n.20, p.101-113, jun. 1980. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr20/cap08.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

BROWN, L. R.; RENNER, M.; FLAVIN, C. **Signos vitales, las tendencias que guiarán nuestro futuro. Informe del Worldwatch Institute**. Espanha: GAIA, proyecto 2050, 1998.

BRONW, S. **Los bosques y el cambio climático: el papel de terrenos florestales como sumidouro de carbono**. Ankara, Turquia: Congresso Florestal Mundial, 1997. p. 107-121.

BRONW, S.; LUGO, A. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in the global carbon cycle. **Biotropica**, v. 14, p. 161-187, 1982.

BRONW, S.; LUGO, A. Biomass of tropical Forest: a new estimate base don Forest volumes. **Science**, v. 223, p. 1290-1293, 1984.

BRONW, S.; LUGO, A.; CHAPMAN, J. Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget. **Canadian journal of Forestry Research**, v. 16, p. 390-394, 1986.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, p. 881-902, 1989.

BUSNARDO, C. A.; GONZAGA, J. V.; BENITES, E. P.; BORSSATTO, I. Quantificação para fins energéticos da biomassa florestal de povoamentos de *Eucalyptus saligna* de primeira e segunda rotação. **Espaço Florestal**, v. 1, n. 1, AGEF, Porto Alegre, 1985.

CAMARGO, A. S. **O ciclo do carbono**. Faculdade de Educação: USP/USP, 1999. 16 p.

CASTRO, C. F. A.; POGGIANI, F.; NICOLIELO, N. Distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. **Revista IPEF**, Piracicaba, v. 20, 1980.

CERRI, C.; VOLKOFF, B.; ANDREAUX, F. Nature and behaviour of organic matter in soils under natural Forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. **Forest Ecology and Manegemant**, v. 38, p. 247-257, 1991.

CONAMA – **Resolução nº 10, 01 out. 1993**. Estabelece parâmetros básicos para análise dos estágios de sucesso da Mata Atlântica. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente. 3 p.

CQNUMC. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0022/22951.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008.

DIXON, R. K. Sistemas agroflorestales y gases invernadores. **Agrofloresteria en las Américas**, v. 2, n. 7, p. 22-27, 1995.

DELANEY, M. et al. The distribution of organic carbon in major components of Forest located in five zones of Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, p. 697-708, 1997.

DOMÉNECH, X. **La concentración atmosférica**. Barcelona: Biblioteca Cultural Baranova, 1991.

DRUMOND, M. A. **Alterações fitossociológicas e edáficas decorrentes de modificações da cobertura vegetal na Mata Atlântica, região do Médio Rio Doce, MG**. 1996. 73 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/index_especies.htm>. Acesso em: 15 fev. 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO – FAO. **List of wood densities for tree species from tropical America, Africa, and Asia**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e0c.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2008.

FARIA, J. A. **Levantamento de dados para avaliação das emissões de gases de efeito estufa devido às mudanças nos estoques de florestas**. ABRACAVE, Belo Horizonte, 1997.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estud. Av.**, v. 16, n. 44, p. 99-123, 2002.

FERNANDES, T. J. G. et al. P. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp., aos 12 anos de idade, na Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 4, 2007.

FLINT, E. P.; RICHARDS, J. F. Trends in carbon content of vegetation in south and southeast Asia associated with changes in land use. Cap. 6: 201-299 p. In: DALE, V. H. (Ed.). **Effects of land-use changes on atmospheric concentrations**. South and Southeast Asia as case study. New York: Springer-Verlag, 1994.

GOLDEMBERG, J. **S.O.S. Planeta Terra** – o efeito estufa. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1989. 72 p.

GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. 1.ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1978. 256 p.

GOUDRIAAN, J. Adónde va el gás carbônico?: el papel da la vegetación. **Mundo Científico**, v. 126, n. 12, p. 687-692, 1992.

GRACE, J. et al. The use of eddy covariance to infer the net carbon dioxide uptake o brazilian rain Forest. **Global Change Biology**, v. 2, p. 209-217, 1996.

HEINRICH. D.; HERGT, M. **Dtv-Atlas zur Oekologie**. Muenchen: Deutscher Taschenbuch Verrlag, 1990. 286 p.

HIGUCHI, N. Above and belowground biomass allometry in the Brazilian Amazon. **Regional Amazon Forest Structure and Carbon CyclingWorkshop**. NewOrleans, 2004.

HOEN, H.; SOLBERG, B. Potencial and economic efficiency of cabon sequestration in Forest biomass through silvicultural management. **Forest Science**, v. 40, n. 3, p. 429-451, 1994.

HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: Emissão x seqüestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, 1994. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994. p. 38-76.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro, 1993. 154 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Land use, land use change, and forestry special report**. Summary for Policymakers. Based on Watson, R. et al. as Core Writing Team. Montreal, 2000.

KYRKLUND, B. Como pueden contribuir los bosques y lãs industrias forestales a reducir el exceso de anhídrico em la atmosfera. **Unasyva**, v. 43, n. 163, p 12-14, 1990.

KRAPFENBAUER, A. **A importância da floresta no equilíbrio do dióxido de carbono**. In: SEMINÁRIO SOBRE A PRODUÇÃO DE CELULOSE NO BRASIL E O MEIO AMBIENTE. Curitiba, 1991. 33 p.

LAL, R.; KIMBLE, J.; STEWART, B. A. World soils as a source or sink for radiatively-active gases. In: LAL, R. KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil management and greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, 1995. p. 1-7.

LANA, J. M. **Ecologia da paisagem de Mata Atlântica na bacia do Rio Doce, Estado de Minas Gerais**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

LUGO, A. E.; BROWN, S.; CHAPMAN, J. An analytical review of production rates and stem wood biomass of tropical forest plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 23, p. 179-200, 1988.

MACHADO, L. M. G.; PINHEIRO, M. R. M. M. **O setor florestal brasileiro relatório nacional**. In: II ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL. Curitiba, 1991.

MACHADO, P. L. O. A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. Embrapa Solos. **Quim. Nova**, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n2/23657.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

MARTINELLI, L. A.; CAMARGO, P. B. O monitoramento do carbono em áreas florestadas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 10, n. 29, p. 6-10, 1996. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr29/cap02.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Protocolo de Quioto convenção sobre a mudança do clima**. Disponível em: <<http://200.130.9.7/clima/convencao/status.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2007.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa** – Relatórios de Referência. Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono por Conversão de Florestas e Abandono de Terras Cultivadas. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8851.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2008.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Emissões e remoções de dióxido de carbono devidas a mudanças nos estoques de florestas plantadas**. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/21456.html>>. Acesso em: 23 jan. 2008.

MENDES, L. M. et al. A. Anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* st. Hil. de ocorrência na região de Lavras/MG. **Revista Cerne**, v. 5, n. 1, 1999. Disponível em: <<http://www.dcf.ufla.br/CERNE/revistav5n1-1999/artigo-2.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2008.

MOUTINHO, P.; BUENO, M. O inventário brasileiro de emissões e o desmatamento na Amazônia. **Clima em revista**, v. 2, n. 3, p. 1, 2002.

MOUTINHO, P. et al. **As oportunidades para a Amazônia com a redução das emissões de gases do efeito estufa**. Disponível em: <http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/meio_ambiente/credito_carbono.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2008.

ORTIZ, R. **Costa Rican secondary Forest**: an economic option for joint implementation initiatives to reduce atmospheric CO₂. Draft paper presented for inclusion in the Beijer Seminar in Punta Leona. Costa Rica, 1997. 19 p.

PACHECO, M. R. S.; HELENE, M. E. M. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO₂. **Estudos Avançados USP**, v. 9, p. 204-220, 1990.

PAIXÃO, F. A. *et al.* Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 411-420. 2006.

PASSOS, C. A. M.; BRAZ, E. M. Manejo florestal e silvicultura de precisão na Amazônia. **Revista da Madeira**, n. 85, nov. 2004. Disponível em: <http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php?edicao=85eid=651>. Acesso em: 25 jan. 2008.

PETER, A.; MACDICKEN, K.; CHANDLER, D. **Comparative inventory of sequestered carbon in a plantation of *Eucalyptus camaldulensis* and in 17 year-old natural regeneration in Brazil's Cerrado**. Forest-96. Belo Horizonte, 1996.

PFEIL, W. **Estrutura da madeira**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1989. 627 p.

PHILLIPS, O. *et al.* Changes in carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science**, v. 282, p. 439-442, 1998.

POGGIANI, F.; CORRADINI, L.; FAZZIO, E. C. M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **Revista IPEF**, Piracicaba, v. 25, 1983.

POGGIANI, F. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations ecosystems. Silvicultural Implications. **Revista IPEF**, Piracicaba, v. 31. 1985.

PROCLIMA. **Mercado de carbono, conceito, formação e funcionamento**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/mercado_carbono/conceito.asp>. Acesso em: 12 fev. 2008.

RAMÍREZ, O.; GÓMEZ, M.; SHULTZ, S. **Valuing the contribution of plantation forestry to the national accounts of Costa Rica from the ecological economics perspective**. Beijer Research Seminar. Costa Rica, 1997. 28 p.

REANS, G.; NOEJD, P. Increasing CO₂ and tree growth: drawing conclusions from observational data. In: XX WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL UNION FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS (IUFRO). Tampere, Finland: 6-16 ago., 1996. 89-97.

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implantação de projetos visando a geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

REIS, G. G.; VALENTE, O. F. FERNANDES, H. A. C. Seqüestro e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Emissão x seqüestro de CO₂. Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994.

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P.; RESENDE G. C.; BARROS, N. F. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferente produtividade. **Revista Árvore**, v. 9, n. 2, 1985.

REZENDE, D.; MERLIN, S.; SANTOS, M. **Seqüestro de carbono: uma experiência concreta**. 2. ed. Palmas: Instituto Ecológica, 2001. 178 p.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. 2003. 196 f. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

SALOMÃO, C. C. Eucalipto. Vilão ou herói? **Revista Silvicultura**, São Paulo, v. 50, 1993.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. p. 119-140.

SANQUETTA, C. *et al.* **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: Laboratório de Inventário Florestal-UFPR/Instituto EcoPLAN, 2004, p. 1-24.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestrais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 1-08, 2004.

SATOO, T.; MADGWICK, H. **Forest biomass**. La Haya: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, 152 p. 1982.

SCHROEDER, P. E.; WINJUN, J. K. Assessing Brazil's carbon budget: I biotic carbon pools. **Forest ecology and management**, v. 75, p. 77-86, 1995.

SCUMACHER, M. V. *et al.* Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acácia mearnsii* de Wild. Plantadas no estado do Rio Grande do Sul – Brasil. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: Imprensa universitária da UFPR, 2002. p. 141-152.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, plantados em Anhembi-SP. **Ciência Florestal**, v. 3, p. 21-34, 1993.

SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Estudos florísticos e fitossociológicos em área de reserva legal e preservação permanente da CENIBRA**. Viçosa-MG: 2003. 164 p. (Relatório Final)

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. A. **Seqüestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: Estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais**. EMBRAPA-SOLOS, 2000. 23 p. (Documentos, 19).

SOARES, C. P. B. **Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis*, na região de Viçosa, Minas Gerais**. 1995. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

SOARES, C. P. B.; NETO, P. N.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276 p.

SOUZA, A. L. et al. Análises multivariadas para manejo na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo: análises de agrupamento e discriminante. **Revista Árvore**, v. 14, n. 2, p. 85-101, 1990.

SOUZA, C. L.; PONZONI, F. J. Avaliação de índices de vegetação e de bandas TM/LANDSAT para estimativa de volume de madeira em floresta implantada de *Pinus* spp. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998. **Anais...** Santos: INPE, 1998. 1 CD-ROM.

SRES - **Special Report on Emissions Scenarios**. Disponível em: <<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/>>. Acesso em: 18 nov. 2007.

THORANISORN, S.; SAHUNALU, P.; YODA, K. Litterfall and productivity of *Eucalyptus camaldulensis* in Thailand. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, n. 2, p. 275-279, 1991.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Revista Cerne**, v. 2, n. 1, 1996. Disponível em: <<http://www.dcf.ufla.br/Cerne/revistav2n1-1996/PAULO.PDF>>. Acesso em: 3 mar. 2008.

WATZLAWICK, L. F. *et al.* Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETA, C. R. *et al.* **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, 2002. Parte 8, p. 153-173.

WATZLAWICK L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens de satélite Ikonos II**. Curitiba, 2003. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Kyoto Protocol**, COP 7, 1997.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Kyoto Protocol**. 2. ed. Brasília: MCT, 2001b. 34 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123 p.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira.** Viçosa: UFV, 1984. 21 p. (Sociedade de Investigações Florestais, 1).

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – UNEP. **Produção mais limpa.** In: 7º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA: entendendo a produção mais limpa, 2001. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/pc/cp7/>>. Acessado em: 15 de nov. 2007

8. ANEXOS

Tabela 1A – Quantificação dos estoques de volume ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) por parcelas da Mata 1 nos anos de 2002 e 2007

Estoques de Volumes no Ano de 2002							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
1	4,3521	3,5152	0,8369	1,4241	1,1732	0,2509	5,7762
2	5,4617	4,4515	1,0102	1,6879	1,3906	0,2974	7,1496
3	13,9401	11,9326	2,0075	3,3835	2,7874	0,5961	17,3235
4	12,0797	10,3777	1,7020	2,9345	2,4175	0,5170	15,0142
5	4,0260	3,1494	0,8765	1,4100	1,1616	0,2484	5,4360
6	4,0030	3,2771	0,7259	1,3028	1,0733	0,2295	5,3058
7	3,7185	2,9128	0,8056	1,3760	1,1335	0,2424	5,0944
8	4,9055	4,1077	0,7978	1,6553	1,3637	0,2916	6,5608
9	1,6643	1,3192	0,3451	0,6217	0,5122	0,1095	2,2860
10	2,8305	2,1273	0,7032	1,0817	0,8912	0,1906	3,9122
11	2,9452	2,2795	0,6658	1,1430	0,9416	0,2014	4,0882
18	1,7990	1,3710	0,4280	0,7162	0,5900	0,1262	2,5152
19	1,9597	1,4678	0,4919	0,7940	0,6541	0,1399	2,7537
20	3,2383	2,6447	0,5935	1,0592	0,8726	0,1866	4,2975
21	4,3830	3,6595	0,7235	1,4639	1,2060	0,2579	5,8469
22	6,9007	5,8126	1,0881	2,0214	1,6652	0,3561	8,9221
Total	78,2072	64,4055	13,8016	24,0751	19,8334	4,2417	102,2823
Estoques de Volumes no Ano de 2007							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
1	5,1692	4,1738	0,9954	1,6795	1,3836	0,2959	6,8488
2	5,6367	4,5912	1,0454	1,7066	1,4060	0,3007	7,3433
3	11,1668	9,3502	1,8166	2,6922	2,2179	0,4743	13,8590
4	5,0977	4,1387	0,9591	1,7224	1,4189	0,3035	6,8201
5	4,2691	3,4610	0,8081	1,4443	1,1898	0,2545	5,7134
6	3,9298	3,2015	0,7282	1,2940	1,0660	0,2280	5,2238
7	5,3497	4,3522	0,9975	1,7418	1,4349	0,3069	7,0915
8	7,7451	6,2206	1,5245	2,6246	2,1622	0,4624	10,3697
9	3,8596	3,1129	0,7466	1,2880	1,0611	0,2269	5,1475
10	4,4961	3,7283	0,7679	1,4686	1,2099	0,2588	5,9648
11	7,4669	6,1816	1,2853	2,2499	1,8535	0,3964	9,7168
18	5,4848	4,4683	1,0165	1,6103	1,3266	0,2837	7,0951
19	3,3394	2,7550	0,5844	1,1209	0,9234	0,1975	4,4602
20	3,1183	2,5717	0,5466	1,0531	0,8675	0,1855	4,1714
21	6,1718	5,0726	1,0992	1,9864	1,6364	0,3500	8,1582
22	5,8767	4,7307	1,1460	1,8215	1,5006	0,3209	7,6982
Total	88,1778	72,1103	16,0674	27,5041	22,6583	4,8458	115,6818

FCC = fuste com casca; FSC = fuste sem casca; Fcasca = casca do fuste; GCC = galho com casca; GSC = galho sem casca; Gcasca = casca do galho; e TCC = total com casca

Tabela 2A – Quantificação dos estoques de biomassa (t ha⁻¹) por parcelas da Mata 1 nos anos de 2002 e 2007

Estoque de Biomassa no Ano de 2002							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
1	2,9136	2,5035	0,4101	0,9613	0,8384	0,1229	3,8749
2	3,5903	3,0953	0,4950	1,1137	0,9680	0,1457	4,7040
3	9,0982	8,1145	0,9837	2,1870	1,8949	0,2921	11,2852
4	7,8207	6,9868	0,8340	1,8609	1,6076	0,2533	9,6816
5	2,6922	2,2627	0,4295	0,9610	0,8393	0,1217	3,6533
6	2,0385	1,6828	0,3557	0,6639	0,5514	0,1125	2,7023
7	2,0499	1,6551	0,3948	0,7683	0,6496	0,1188	2,8182
8	3,1440	2,7531	0,3909	1,0589	0,9160	0,1429	4,2029
9	4,0442	3,8751	0,1691	1,4633	1,4096	0,0537	5,5074
10	1,7143	1,3697	0,3446	0,6673	0,5740	0,0934	2,3816
11	1,7462	1,4199	0,3262	0,6992	0,6005	0,0987	2,4454
18	1,0386	0,8289	0,2097	0,4173	0,3555	0,0618	1,4559
19	1,1939	0,9529	0,2410	0,4927	0,4242	0,0685	1,6866
20	2,1269	1,8361	0,2908	0,6942	0,6028	0,0914	2,8212
21	2,8065	2,4520	0,3545	0,9412	0,8148	0,1264	3,7476
22	4,8089	4,2757	0,5332	1,3990	1,2245	0,1745	6,2079
Total	52,8267	46,0639	6,7628	16,3493	14,2709	2,0784	69,1760
Estoque de Biomassa no Ano de 2007							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
1	3,4480	2,9603	0,4877	1,1312	0,9863	0,1450	4,5793
2	3,4220	2,9098	0,5123	1,0349	0,8876	0,1473	4,4569
3	7,0357	6,1455	0,8902	1,6704	1,4380	0,2324	8,7061
4	3,0943	2,6243	0,4699	1,0421	0,8934	0,1487	4,1364
5	2,4605	2,0645	0,3960	0,8388	0,7141	0,1247	3,2993
6	2,5992	2,2423	0,3568	0,8498	0,7380	0,1117	3,4489
7	3,2398	2,7510	0,4888	1,0654	0,9151	0,1504	4,3052
8	4,9918	4,2448	0,7470	1,7046	1,4780	0,2266	6,6963
9	2,5262	2,1604	0,3658	0,8441	0,7329	0,1112	3,3703
10	2,8881	2,5119	0,3762	0,9373	0,8106	0,1268	3,8255
11	5,0624	4,4326	0,6298	1,4975	1,3032	0,1942	6,5599
18	3,4469	2,9487	0,4981	1,0109	0,8719	0,1390	4,4578
19	2,1944	1,9080	0,2864	0,7398	0,6430	0,0968	2,9341
20	1,9273	1,6594	0,2679	0,6577	0,5668	0,0909	2,5850
21	4,0020	3,4634	0,5386	1,2914	1,1199	0,1715	5,2934
22	3,6193	3,0578	0,5615	1,1199	0,9627	0,1572	4,7392
Total	55,9579	48,0848	7,8730	17,4359	15,0615	2,3744	73,3938

FCC = fuste com casca; FSC = fuste sem casca; Fcasca = casca do fuste; GCC = galho com casca; GSC = galho sem casca; Gcasca = casca do galho; e TCC = total com casca

Tabela 3A – Quantificação por parcela de área basal (AB); média da altura total (\overline{Ht}); altura total máxima (Ht_{max}); altura total mínima (Ht_{min}); média do diâmetro a altura do peito (\overline{DAP}); diâmetro a altura do peito máximo (DAP_{max}); e diâmetro à altura do peito mínimo (DAP_{min}) da Mata 1 nos anos de 2002 e 2007

Valores Referentes ao Ano de 2002							
Parcelas	AB (m ²)	\overline{Ht} (m)	Ht_{max} (m)	Ht_{min} (m)	\overline{DAP} (cm)	DAP_{max} (cm)	DAP_{min} (cm)
1	0,82	8,80	14,00	4,50	10,07	24,19	5,00
2	1,03	9,16	15,00	1,70	10,86	35,65	5,00
3	1,47	11,55	24,00	4,00	11,56	44,56	5,00
4	1,27	9,76	27,00	2,50	10,23	39,79	5,00
5	0,77	7,09	17,00	4,00	9,41	27,06	5,00
6	0,64	8,96	15,00	4,30	9,85	21,33	5,00
7	0,75	7,33	14,00	2,50	9,00	17,83	5,00
8	0,75	8,56	15,00	3,00	7,69	18,14	5,00
9	0,34	6,48	11,50	2,50	7,56	20,37	5,00
10	0,64	6,45	11,50	3,50	9,46	26,42	5,00
11	0,65	6,60	12,00	3,00	8,14	18,78	5,00
18	0,42	6,79	10,00	3,80	8,29	24,51	5,00
19	0,48	6,16	10,00	3,00	8,06	28,65	5,00
20	0,50	8,79	13,00	4,00	9,50	21,65	5,00
21	0,67	8,70	14,00	4,50	8,09	18,46	5,00
22	0,88	10,52	18,00	4,50	10,55	23,24	5,00
Valores Referentes ao Ano de 2007							
PARCELAS	AB (m ²)	\overline{Ht} (m)	Ht_{max} (m)	Ht_{min} (m)	\overline{DAP} (cm)	DAP_{max} (cm)	DAP_{min} (cm)
1	0,77	8,60	18,00	3,50	9,75	24,03	5,00
2	0,83	8,63	20,00	3,00	9,56	35,65	5,00
3	1,28	8,86	27,00	3,00	10,60	50,29	5,00
4	0,86	8,48	16,00	3,00	9,51	21,33	5,00
5	0,72	8,50	15,00	3,00	9,51	24,51	5,00
6	0,64	8,50	18,00	3,50	9,17	28,65	5,00
7	0,86	8,52	18,00	1,00	9,59	30,24	5,00
8	1,35	8,11	18,00	2,00	9,42	23,71	5,00
9	0,67	8,38	20,00	4,00	9,83	24,83	5,00
10	0,71	8,90	22,00	4,20	9,62	18,78	5,00
11	1,08	8,54	21,00	3,00	9,61	35,01	5,00
18	0,80	8,41	22,00	4,00	9,96	40,43	5,00
19	0,55	8,17	17,00	4,00	8,54	16,71	5,00
20	0,54	8,35	43,00	4,00	9,07	18,78	5,00
21	0,98	8,34	21,00	2,50	9,40	23,24	5,00
22	0,91	8,36	18,00	2,00	10,47	40,74	5,00

Tabela 4A – Quantificação dos estoques de volume ($m^3 \cdot ha^{-1}$) por parcelas da Mata 2 nos anos de 2002 e 2007

Volume no Ano de 2002							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
12	50,5548	43,2550	7,2998	9,6617	7,9595	1,7023	60,2166
13	38,8891	33,1125	5,7766	7,8958	6,5047	1,3911	46,7849
14	17,5254	14,9710	2,5544	4,9996	4,1188	0,8809	22,5251
15	17,8911	15,3916	2,4995	5,1821	4,2691	0,9130	23,0732
16	20,4869	17,2011	3,2858	5,8420	4,8127	1,0293	26,3289
17	35,6863	30,4172	5,2691	8,0191	6,6063	1,4128	43,7054
Total	181,0336	154,3484	26,6852	41,6005	34,2711	7,3294	222,6341
Volume no Ano de 2007							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
12	54,5444	46,3462	8,1982	10,6006	8,7329	1,8677	65,1450
13	43,2988	36,6524	6,6465	8,9195	7,3480	1,5715	52,2183
14	17,3836	14,6756	2,7080	5,1475	4,2406	0,9069	22,5311
15	20,7064	17,7088	2,9975	5,9844	4,9300	1,0544	26,6908
16	24,8029	20,5903	4,2126	7,0809	5,8333	1,2475	31,8838
17	38,6485	32,8209	5,8276	8,5430	7,0378	1,5051	47,1915
Total	199,3847	168,7942	30,5905	46,2758	38,1227	8,1531	245,6605

FCC = fuste com casca; FSC = fuste sem casca; Fcasca = casca do fuste; GCC = galho com casca; GSC = galho sem casca; Gcasca = casca do galho; e TCC = total com casca

Tabela 5A – Quantificação dos estoques de biomassa ($t \cdot ha^{-1}$) por parcelas da Mata 2 nos anos de 2002 e 2007

Estoque de Biomassa no Ano de 2002							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
12	30,4096	26,8327	3,5769	5,8796	5,0455	0,8341	36,2893
13	23,2868	20,4562	2,8305	4,7434	4,0617	0,6817	28,0301
14	11,8523	10,6006	1,2517	3,3332	2,9016	0,4316	15,1855
15	12,1578	10,9331	1,2247	3,4725	3,0252	0,4474	15,6304
16	13,0029	11,3929	1,6100	3,6861	3,1817	0,5043	16,6890
17	22,0424	19,4605	2,5819	5,0339	4,3416	0,6923	27,0763
Total	112,7519	99,6761	13,0758	26,1487	22,5573	3,5914	138,9006
Estoque de Biomassa no Ano de 2007							
Parcelas	FCC	FSC	Fcasca	GCC	GSC	Gcasca	TCC
12	32,8313	28,8142	4,0171	6,4679	5,5528	0,9152	39,2992
13	25,9512	22,6944	3,2568	5,3657	4,5957	0,7700	31,3169
14	11,5237	10,1968	1,3269	3,3773	2,0503	1,3269	14,9010
15	13,9658	12,4970	1,4688	3,9848	3,4681	0,5166	17,9505
16	15,6491	13,5849	2,0642	4,4521	3,8408	0,6113	20,1012
17	23,5134	20,6579	2,8555	5,2629	4,5254	0,7375	28,7763
Total	123,4346	108,4453	14,9893	28,9106	24,0330	4,8776	152,3452

FCC = fuste com casca; FSC = fuste sem casca; Fcasca = casca do fuste; GCC = galho com casca; GSC = galho sem casca; Gcasca = casca do galho; e TCC = total com casca

Tabela 6A – Quantificação por parcela de área basal (AB); média da altura total (\overline{Ht}); altura total máxima (Ht_{max}); altura total mínima (Ht_{min}); média do diâmetro a altura do peito (\overline{DAP}); diâmetro à altura do peito máximo (DAP_{max}); e diâmetro a altura do peito mínimo (DAP_{min}) da Mata 2 nos anos de 2002 e 2007

Valores Referentes ao Ano de 2002							
Parcelas	AB (m ²)	\overline{Ht} (m)	Ht_{max} (m)	Ht_{min} (m)	\overline{DAP} (cm)	DAP_{max} (cm)	DAP_{min} (cm)
12	1,61	11,51	30,00	5,00	12,91	56,98	5,00
13	1,31	10,67	30,00	4,20	10,47	64,62	5,00
14	0,80	10,36	22,00	3,80	9,77	32,79	5,00
15	0,81	10,44	18,00	4,70	9,12	26,10	5,00
16	1,00	9,27	23,00	2,00	9,59	33,42	5,00
17	1,33	10,27	28,00	3,00	9,99	65,57	5,00
Valores Referentes ao Ano de 2007							
Parcelas	AB (m ²)	\overline{Ht} (m)	Ht_{max} (m)	Ht_{min} (m)	\overline{DAP} (cm)	DAP_{max} (cm)	DAP_{min} (cm)
12	1,78	11,20	30,00	1,30	12,82	59,84	5,00
13	1,50	10,42	30,00	1,70	10,42	66,85	5,00
14	0,85	10,51	22,00	2,00	9,25	32,95	5,00
15	0,94	10,25	18,00	1,60	8,91	26,74	5,00
16	1,22	9,25	23,00	1,30	9,46	38,20	5,00
17	1,41	10,19	28,00	1,30	9,43	69,39	5,00

Tabela 7A – Teste qui-quadrado (χ^2) realizado com valores da Mata 2 no ano de 2007

Espécies	Biomassa Total com Casca			Teste qui-quadrado (χ^2)	
	$DB_m + DB_c$	DB_m	\overline{DB}	$DB_m + DB_c$ vs DB_m	$DB_m + DB_c$ vs \overline{DB}
<i>Abarema jupunba</i>	0,1132	0,1175	0,1175	0,0002	0,0002
<i>Aegiphila sellowiana</i>	0,1525	0,1581	0,1581	0,0002	0,0002
<i>Aloysia virgata</i>	0,3066	0,3189	0,3189	0,0005	0,0005
<i>Amaioua guianensis</i>	0,0420	0,0444	0,0444	0,0001	0,0001
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2,2258	2,2907	2,2907	0,0018	0,0018
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,2832	0,2932	0,2932	0,0003	0,0003
<i>Annona cacans</i>	0,4779	0,4995	0,4995	0,0009	0,0009
<i>Apuleia leiocarpa</i>	8,5545	8,9161	8,3992	0,0147	0,0029
<i>Asparisthmium cordatum</i>	0,1895	0,1984	0,1984	0,0004	0,0004
<i>Astronium fraxinifolium</i>	0,3816	0,3883	0,4589	0,0001	0,0130
<i>Bixa arborea</i>	0,0545	0,0575	0,0575	0,0002	0,0002
<i>Brosimum guianense</i>	7,2039	7,7764	7,7764	0,0422	0,0422
<i>Byrsonima sp.</i>	0,4861	0,5066	0,5066	0,0008	0,0008
<i>Cabrlea canjerana</i>	2,2794	2,3741	2,3741	0,0038	0,0038
<i>Campomanesia sp.</i>	0,0436	0,0460	0,0460	0,0001	0,0001
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	0,0746	0,0788	0,0788	0,0002	0,0002
<i>Casearia ulmifolia</i>	0,3026	0,3172	0,3032	0,0007	0,0000
<i>Cassia ferruginea</i>	0,2396	0,2499	0,2499	0,0004	0,0004
<i>Cecropia hololeuca</i>	0,3732	0,3508	0,6163	0,0014	0,0959
<i>Chrysophyllum sp.</i>	0,3142	0,3337	0,2971	0,0011	0,0010
<i>Chrysophyllum sp.1</i>	0,6888	0,7212	0,6996	0,0014	0,0002
<i>Connarus sp.</i>	1,3421	1,4418	1,1429	0,0069	0,0347
<i>Cordia bullata</i>	0,0618	0,0647	0,0647	0,0001	0,0001
<i>Cordia sellowiana</i>	0,7338	0,7114	1,1278	0,0007	0,1376
<i>Croton urucurana</i>	0,0536	0,0563	0,0563	0,0001	0,0001
<i>Cupania oblongifolia</i>	7,1491	7,5658	7,1272	0,0230	0,0001
<i>Dalbergia nigra</i>	1,3342	1,3882	1,2709	0,0021	0,0032
<i>Dendropanax cuneatum</i>	0,2013	0,2125	0,2125	0,0006	0,0006
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,5162	0,5420	0,5105	0,0012	0,0001
<i>Didymopanax morototoni</i>	0,2251	0,2333	0,2333	0,0003	0,0003
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	2,9554	3,0676	3,0676	0,0041	0,0041
<i>Eugenia leitonii</i>	0,3011	0,3165	0,3165	0,0008	0,0008
<i>Eugenia sp.</i>	0,3499	0,3766	0,2985	0,0019	0,0089
<i>Ficus sp.</i>	0,1495	0,1575	0,1575	0,0004	0,0004
<i>Gomidesia sp.</i>	0,0253	0,0265	0,0265	0,0001	0,0001
<i>Goupia glabra</i>	0,0293	0,0307	0,0307	0,0001	0,0001
<i>Guapira opposita</i>	0,2781	0,2781	0,3690	0,0000	0,0224
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,2826	0,2961	0,2961	0,0006	0,0006

Continua...

Tabela 7A, Cont.

Espécies	Biomassa Total com Casca			Teste qui-quadrado (χ^2)	
	$DB_m + DB_c$	DB_m	\overline{DB}	$DB_m + DB_c$ vs DB_m	$DB_m + DB_c$ vs \overline{DB}
<i>Hortia arborea</i>	0,0576	0,0621	0,0486	0,0003	0,0017
<i>Indeterminada 02</i>	0,0645	0,0673	0,0673	0,0001	0,0001
<i>Indeterminada 03</i>	0,4121	0,4237	0,4237	0,0003	0,0003
<i>Indeterminada 04</i>	0,0557	0,0580	0,0580	0,0001	0,0001
<i>Indeterminada 05</i>	0,0410	0,0422	0,0422	0,0000	0,0000
<i>Indeterminada 06</i>	0,0253	0,0263	0,0263	0,0000	0,0000
<i>Indeterminada 07</i>	0,0253	0,0263	0,0263	0,0000	0,0000
<i>Indeterminada 08</i>	0,0221	0,0233	0,0233	0,0001	0,0001
<i>Indeterminada 09</i>	0,0438	0,0446	0,0446	0,0000	0,0000
<i>Indeterminada 10</i>	0,0224	0,0237	0,0237	0,0001	0,0001
<i>Inga cf. cylindrica</i>	0,1662	0,1744	0,1744	0,0004	0,0004
<i>Inga laurina</i>	0,3865	0,4041	0,4041	0,0008	0,0008
<i>Lacistema pubescens</i>	0,3223	0,3362	0,3362	0,0006	0,0006
<i>Lecythis lurida</i>	2,6467	2,7523	2,6702	0,0041	0,0002
<i>Licania sp.</i>	0,1878	0,1982	0,1695	0,0006	0,0020
<i>Licania spicata</i>	0,7741	0,8367	0,6632	0,0047	0,0185
<i>Ilex dumosa</i>	0,9953	1,0376	1,0376	0,0017	0,0017
<i>Lonchocarpus guilleminianus</i>	0,0349	0,0365	0,0365	0,0001	0,0001
<i>Luehea grandiflora</i>	0,8066	0,8399	0,8399	0,0013	0,0013
<i>Mabea fistulifera</i>	19,3737	20,5471	16,9058	0,0670	0,3602
<i>Machaerium triste</i>	2,3883	2,5123	2,4373	0,0061	0,0010
<i>Maprounea guianensis</i>	0,2482	0,2551	0,2551	0,0002	0,0002
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,1248	0,1303	0,1245	0,0002	0,0000
<i>Maytenus sp.</i>	0,0447	0,0471	0,0471	0,0001	0,0001
<i>Melanoxylon brauna</i>	0,0941	0,0992	0,0992	0,0003	0,0003
<i>Myrcia cf. rufescens</i>	0,2330	0,2441	0,2441	0,0005	0,0005
<i>Myrcia fallax</i>	2,9554	3,1295	2,8650	0,0097	0,0028
<i>Myrtaceae sp.3</i>	0,4723	0,4938	0,4938	0,0009	0,0009
<i>Nectandra rigida</i>	0,5430	0,5660	0,5660	0,0009	0,0009
<i>Nectandra sp.</i>	0,4857	0,5080	0,5080	0,0010	0,0010
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	54,3431	55,7794	61,4519	0,0370	0,8223
<i>Ocotea corymbosa</i>	0,0349	0,0365	0,0365	0,0001	0,0001
<i>Ocotea dispersa</i>	0,2507	0,2609	0,2609	0,0004	0,0004
<i>Ocotea lanata</i>	2,7075	2,9052	2,1958	0,0135	0,1192
<i>Ocotea odorifera</i>	1,8503	1,8503	2,4545	0,0000	0,1487
<i>Paratecoma peroba</i>	0,2170	0,2270	0,2270	0,0004	0,0004
<i>Pera heterandra</i>	0,0823	0,0851	0,0851	0,0001	0,0001
<i>Pera sp.</i>	0,0797	0,0842	0,0842	0,0002	0,0002
<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i>	0,0381	0,0398	0,0398	0,0001	0,0001

Continua...

Tabela 7A, Cont.

Espécies	Biomassa Total com Casca			Teste qui-quadrado (χ^2)	
	$DB_m + DB_c$	DB_m	\overline{DB}	$DB_m + DB_c$ vs DB_m	$DB_m + DB_c$ vs \overline{DB}
<i>Platymiscium floribundum</i>	0,0209	0,0221	0,0221	0,0001	0,0001
<i>Pouteria sp.</i>	0,1870	0,2050	0,1568	0,0016	0,0058
<i>Pouteria torta</i>	3,7966	3,9379	4,0629	0,0051	0,0175
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,1191	0,1244	0,1244	0,0002	0,0002
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	1,3617	1,4177	1,4177	0,0022	0,0022
<i>Psidium cattleianum</i>	0,5684	0,5889	0,5889	0,0007	0,0007
<i>Psidium sp.</i>	0,4240	0,4433	0,4433	0,0008	0,0008
<i>Psidium sp.2</i>	0,2485	0,2620	0,2620	0,0007	0,0007
<i>Rapanea guianensis</i>	0,0316	0,0334	0,0334	0,0001	0,0001
<i>Rollinia laurifolia</i>	0,0405	0,0428	0,0428	0,0001	0,0001
<i>Rollinia sylvatica</i>	1,7976	1,9156	2,2536	0,0073	0,0923
<i>Siparuna arianae</i>	0,4017	0,4172	0,4304	0,0006	0,0019
<i>Siparuna reginae</i>	0,1385	0,1449	0,1449	0,0003	0,0003
<i>Sloanea monosperma</i>	0,0611	0,0640	0,0640	0,0001	0,0001
<i>Sloanea sp.</i>	0,4640	0,4828	0,4828	0,0007	0,0007
<i>Sorocea bonplandii</i>	0,3788	0,3957	0,3957	0,0007	0,0007
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	0,0852	0,0907	0,0907	0,0003	0,0003
<i>Swartzia myrtifolia</i>	0,0601	0,0636	0,0636	0,0002	0,0002
<i>Tapirira guianensis</i>	7,0396	7,4388	7,2168	0,0214	0,0043
<i>Tapirira peckoltiana</i>	0,0562	0,0582	0,0582	0,0001	0,0001
<i>Vismia guianensis</i>	0,0983	0,1025	0,1025	0,0002	0,0002
<i>Vitex sellowiana</i>	0,2150	0,2252	0,2252	0,0005	0,0005
<i>Xylopia sericea</i>	0,3176	0,3192	0,4069	0,0000	0,0196
Valor $\chi^2 =$				0,3124	2,0161

$DB_m + DB_c$ = biomassa total com casca calculada utilizando densidade básica de madeira e casca;

DB_m = biomassa total com casca calculada utilizando apenas valores de densidade básica da madeira; e

\overline{DB} = biomassa total com casca calculada utilizando apenas densidade média da madeira.

vs = versus.